



Aus dem bacteriologischen Institute zu Kiel.

# Bacteriologische Untersuchung des Trinkwassers der Stadt Kiel

im August und September 1887.

## Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doctorwürde  
der medicinischen Fakultät zu Kiel,

vorgelegt von

**Jacob Breunig**

aus Dettelbach a. M.

### Opponenten:

Dd. Christ. Fischer, kais. Marine-Assistenzarzt.

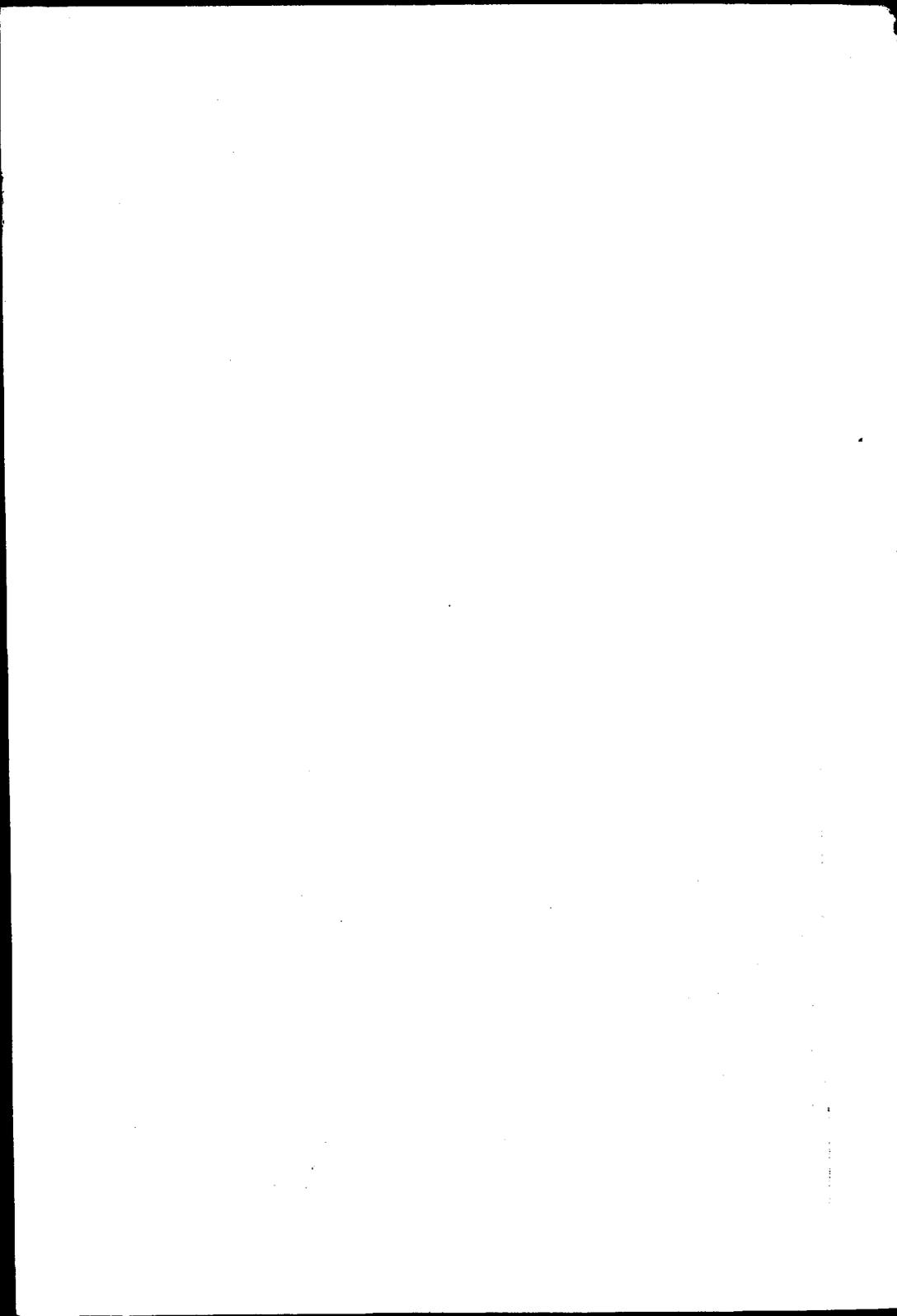
Dr. Otto Jahn, kais. Marine-Assistenzarzt.

Dd. Gust. Warnstedt, approb. Arzt.



Kiel, 1888.

Druck von A. F. Jensen.



Aus dem bacteriologischen Institute zu Kiel.

Bacteriologische Untersuchung  
des Trinkwassers der Stadt Kiel

im August und September 1887.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doctorwürde  
der medicinischen Fakultät zu Kiel.

vorgelegt von

**Jacob Breunig**

aus Dettelbach a. M.

Opponenten:

Dd. Christ. Fischer, kais. Marine-Assistenzarzt.

Dr. Otto Jahn, kais. Marine-Assistenzarzt.

Dd. Gust. Warnsdorf, approb. Arzt.



Kiel, 1888.

Druck von A. F. Jensen.



Rectoratsjahr 1887/88. Nr. 31.

Referent: Dr. **Heller**.

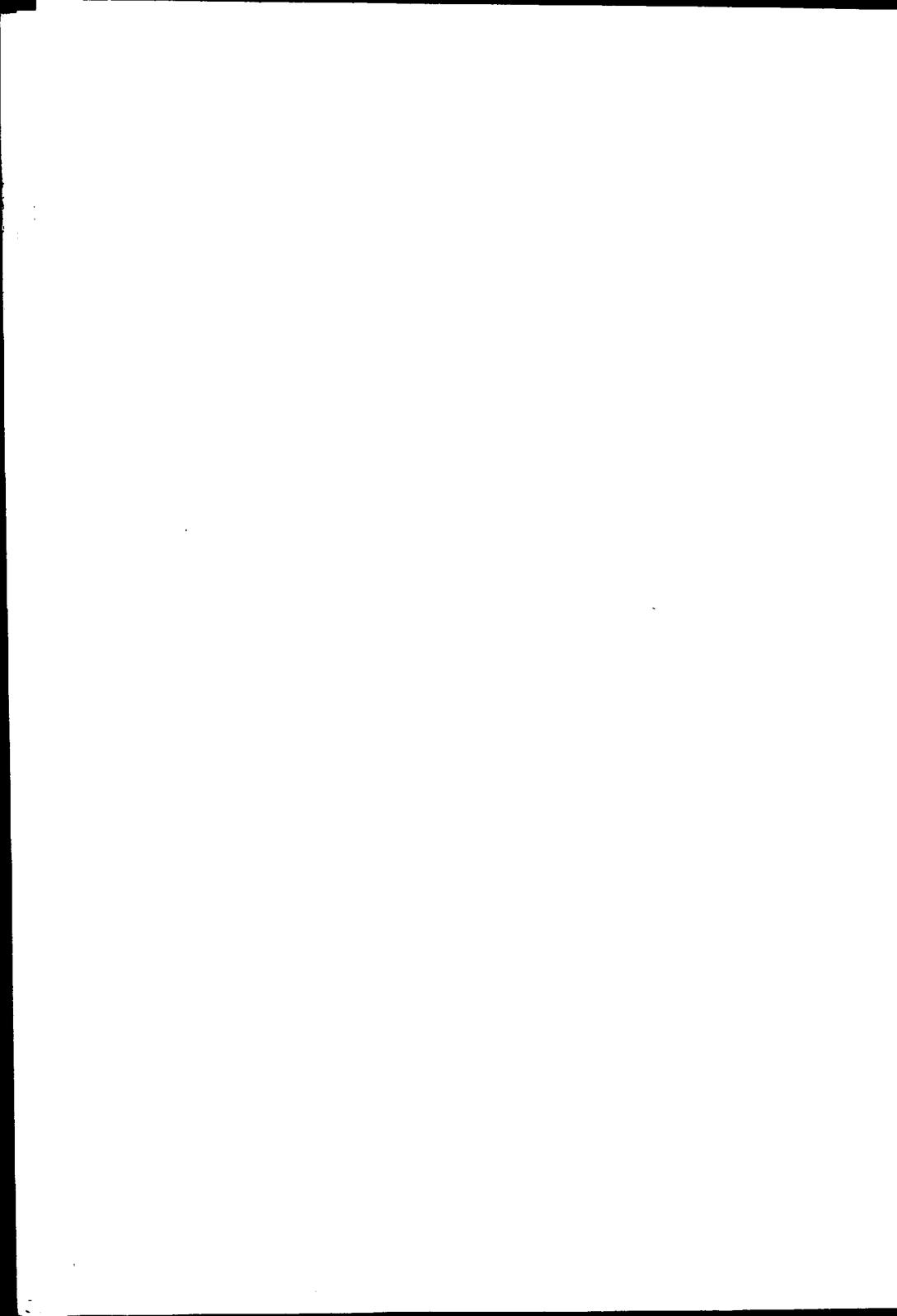
Zum Druck genehmigt: Dr. **Flemming**,  
z. Z. Prodecan.

Seinem Bruder ↵

dem Kgl. baier. Finanz-Rechnungs-Commissär

Georg Breunig

in Liebe und Dankbarkeit gewidmet.



Nachdem man die Einsicht gewonnen, welch' wichtige Rolle dem Wasser bei seiner vielfachen Verwendung im Gebrauche des Menschen in hygienischer und epidemiologischer Beziehung zukommt, suchte man auch nach Kriterien, die einen brauchbaren Massstab für die Beurteilung eines Wassers gewinnen liessen.

Ein dem Menschen zusagendes Wasser muss klar, farb- und geruchlos und von angenehmem, erfrischendem Geschmack sein. Es ist leicht, sich mittels seiner Sinnesorgane von dem Vorhandensein obiger Qualitäten zu überzeugen. Würde man gleichzeitig die Herkunft des Trinkwassers in der gebührenden Weise in Berücksichtigung ziehen, so ergäbe diese einfache Untersuchung schon recht brauchbare Resultate. Die Hauptbedingung, die an ein Wasser im Gebrauche des Menschen gestellt werden muss, ist Freisein desselben von Krankheitsserregern. Ist nun durch örtliche Bedingungen das Hineingelangen solcher gesundheitsschädlicher Agentien absolut ausgeschlossen, so ist das Wasser als »gut« zu betrachten.

In den seltensten Fällen entsprach jedoch — teilweise ist dies auch heute noch der Fall — die Anlage der Brunnen und Wasserversorgungsanstalten dieser prinzipiellen Anforderung, teils aus einer gerade hierbei häufig zu beobachtenden Nachlässigkeit, teils aus Unkenntnis über die obwaltenden Verhältnisse. — Da die Möglichkeit einer Infizierung des Wassers also vorhanden war, suchte man eine ev. stattgehabte Verunreinigung nachzuweisen, um hiernach geeignete Massregeln zu treffen. Vor dem Aufschwunge der Bacteriologie kam dies allein der chemischen Untersuchungsmethode zu.

Sie basirt auf dem Grundsätze, dass das Wasser die löslichen und kleinen suspendirten Stoffe des Gebietes aufnimmt, welches es durchfliesst. Da nun eine Menge Erdsalze löslich sind, so ergibt sich von vornherein eine Abhängigkeit der Qualität des Wassers von der geologischen Formation, dem es entstammt. In sanitärer Hinsicht kommt deren Anwesenheit kaum in Frage (weit mehr dagegen für

industrielle Zwecke) und bloss ein zu starker Gehalt macht ein Wasser für den Gebrauch unangenehm und selbst unbenutzbar.

Während diese Salze in grösserer oder geringerer Menge in jedem Wasser, der Gesteinsformation entsprechend, enthalten sind, ergibt häufig die chemische Analyse die Anwesenheit von Stoffen, die vollständig oder grösstenteils einem mit Zersetzungsprodukten animalischer oder pflanzlicher Natur durchtränkten Boden entstammen müssen. Die Stoffe, die hier in Frage kommen, sind Ammoniak, Salpetersäure, salpetrige Säure, Kochsalz und die sog. organischen Substanzen.

Ein Wasser, das einen einigermassen beträchtlichen Gehalt an den 4 erstgenannten chemischen Verbindungen aufweist, hat sicher während seines Laufes mit organischen Zersetzungsprodukten verunreinigte Orte passiert und ist deshalb als verdächtig von der Hand zu weisen. Am meisten fällt hierbei die Anwesenheit von Kochsalz in die Wagschale, da dies, wenn Nähe des Meeres, Salzbergwerke etc. ausgeschlossen, immer dem tierischen Stoffwechsel entstammt.

Aus verschiedenen Gründen wird dem Befunde an organischen Bestandteilen ein grosser Wert beigelegt. Während die Ansicht, dass sie als faulige Substanzen nach Art putriden Giftes direkt gesundheitsschädlich wirken, wohl kaum aufrecht erhalten werden kann, bringen Andere sie in Beziehung zu den Infektionsstoffen, ohne jedoch ihre Anwesenheit gleichartig zu erklären. Den Einen ist ihr Dasein Beweis einer stattgehabten Infizierung des Wassers, den Andern erscheint ihr Vorhandensein bedeutungsvoll für die Entwicklung etwa ins Wasser gelangender Infektionskeime.

Wenn nun auch der Gehalt eines Wassers an organischen Substanzen sicher nicht ohne Bedeutung, so lässt sich diese Erkenntnis doch nicht sehr verwerten, da die Methoden der Bestimmung mangelhaft und auch nicht annähernd richtig den Gesamtgehalt ergeben. Über die Qualität erhalten wir gar keinen Aufschluss, während in bezug auf die Qualität die Analyse die enthaltene Menge je nach der Beschaffenheit der organischen Substanzen bald ziemlich genau ergibt, bald weit unter derselben bleibt. Der Gehalt an organischen Substanzen kann ebensogut durch tierische Exeremente als Pflanzenteile, z. B. Holzteile einer Pumpe etc. bedingt sein, ohne dass die chemische Untersuchung uns hierüber, obwohl dies hygienisch doch von eminenter Wichtigkeit, aufklären könnte.

Trotz aller der chemischen Untersuchungsmethode anhaftenden Mängel gestattet sie ein Urteil über die Brauchbarkeit eines Wassers bis zu einem gewissen Grade zu fällen. Selbstverständlich ist, dass hierbei die dem Wasser der betreffenden geologischen Formation zu-

kommenden Maxima und Minima der verdächtigen Körper kennen müssen, dass sonstige Einflüsse (z. B. Nähe des Meeres) berücksichtigt werden, dass überhaupt das Wasser nur nach genauer Beurteilung der lokalen Verhältnisse bei einer chemischen Analyse richtig gewürdigt werden kann. Hieraus ergibt sich die Hinfälligkeit der Aufstellung allgemein gültiger chemischer Grenzwerte.

Der oben gestellten Anforderung, die Infektionsstoffe im Wasser nachzuweisen, kann aber die chemische Untersuchung der Natur der Sache nach nicht gerecht werden, obwohl sie ebenso wie der Kohlensäurenachweis in der Wohnungsluft einen deutlichen Index einer stattgefundenen Verunreinigung abgeben kann. Die neuerdings gewonnene Erkenntnis, dass Gährungs- und Fäulnisercheinungen und ebenso die Infektionskrankheiten durch die Lebensthätigkeit niederer Organismen bedingt, musste anregen, die Infektionskeime direkt im Wasser aufzusuchen. Es stehen hierzu drei Wege zu Gebote: Die mikroskopische Untersuchung, das Kulturverfahren und die Tierversuche.

Der mikroskopischen Untersuchung gelingt es in den meisten Fällen nicht, einen Aufschluss über die Qualität eines Wassers zu geben, da die Ausführung einer solchen recht erheblichen Schwierigkeiten unterliegt. Im ungefärbten Zustande wird ein Wasser mit schon relativ viel Bakterien häufig keimfrei erscheinen. Ein gefärbtes Präparat bringt nicht alle Mikroorganismen zur Anschauung, da die Dauerformen der gewöhnlichen Färbung entgehen. Es sind also noch Präparate mit Sporenfärbung anzufertigen, um ein vollständiges Bild des Bacteriengehaltes zu bekommen. Für die Differentialdiagnose, ob Saprophyten, ob pathogene Spaltpilze, ist diese Methode aber auch dann noch nicht zu verwerthen.

Leichter und besser gelingt der Nachweis der im Wasser enthaltenen Bakterien mittelst des von Koch eingeführten Kulturverfahrens auf der Platte. Dieses allein ist imstande, die Infektionsstoffe direkt nachzuweisen, indem sie dieselben rein darstellt und uns in lebendigem Zustande überliefert. Es ergibt sich hieraus ein grundsätzliches und unbedingtes Übergewicht über die übrigen Methoden, das selbst dann noch bestehen bleibt, wenn es gelingen sollte, spezifische chemische Reaktionen für die Infektionsstoffe oder deren Umsetzungsprodukte aufzufinden, wie es bereits für die Cholera bacillen gelungen, da deren Wert für eine chemische Wasseruntersuchung bei den naturgemäss verschwindend kleinen darin enthaltenen Mengen ein sehr sehr problematischer wäre.

Dieser grosse prinzipielle Vorzug des Kulturverfahrens erleidet indes durch eine Reihe von Umständen eine wesentliche Einbusse.

Eine grosse Anzahl von Infektionsstoffen ist uns noch völlig unbekannt und entzieht sich aus diesem Grunde der Untersuchung; von einer anderen Klasse wissen wir, dass sie auf dem gewöhnlich benutzten Nährboden überhaupt nicht oder nur unter besonderen Umständen zur Entwicklung kommen (höhere Temperatur, Luftabschluss) oder dass sie so langsam wachsen, dass sie von den immer im Wasser vorhandenen saprophytischen Arten überwuchert werden. Eine dritte Gruppe, zu welcher leider auch die Typhusbacillen gehören, bietet in dem Aussehen ihrer Kolonien so wenig Verschiedenheiten von denen anderer harmloser im Wasser lebender Bacterienarten, dass wenn man z. B. mit jeder typhusverdächtigen Kolonie differentialdiagnostische Kulturen vornehmen will, dies die Untersuchung erheblich erschwert und im Grossen unmöglich erscheinen lässt.

Die oben angeführten Umstände, welche dem Nachweis der Infektionsstoffe hindernd im Wege stehen, sind jedoch der Art, dass wir hoffen dürfen, durch weitere Fortschritte in der aetiologischen Forschung, durch fernere Ausbildung der bacteriologischen Methode hauptsächlich durch Anpassung derselben an die besonderen Eigenschaften der Infektionsstoffe auf diesem Wege noch bedeutend weiter zu kommen. (Plagge und Proskauer).

Die übliche Methode der bacteriologischen Wasseruntersuchung besteht darin, dass man dem in sterilen Gefässen geschöpften Wasser eine geringe Menge mit gleichfalls sterilisirter calibrirter Pipette entnimmt und in das verflüssigte Nährmedium einbringt, das dann nach gehöriger durch Hin- und Herneigen des Reagensglases herbeigeführter Mischung unter den gewöhnlichen Vorsichtsmassregeln auf Platten ausgegossen wird. Man wartet die Entwicklung der Kolonien auf den in feuchten Kammern befindlichen Platten ab und nimmt die Zählung und Besichtigung der einzelnen Kolonien vor.

Man ging bei Aufstellung dieser Zählungsmethode von dem Gedanken aus, dass die Wahrscheinlichkeit, dass sich pathogene Mikroorganismen im Wasser befinden, um so höher, je mehr Keime überhaupt darin enthalten sind. Der Keimgehalt ist jedoch, wie sich im Laufe der Zeit herausstellte, von einer Reihe von äusseren Umständen abhängig, die ich im Folgenden anführen werde und die wohl zu berücksichtigen sind.

Von allergrösstem Einfluss auf den Bacteriengehalt des Wassers ist die jeweilige Beschaffenheit des Ursprungsortes und des Durchströmungsgebietes. Der Boden, der an seiner Oberfläche ausserordentlich bacteriereich, verliert diese Eigenschaft mit zunehmender Tiefe und Wasser ist in einer, je nach der Bodenbeschaffenheit schwankenden

Tiefe erbohrt, keimfrei zu gewinnen. Werden jedoch nicht besondere Vorsichtsmassregeln zur Abhaltung von Verunreinigung getroffen, so erfolgt leicht ein Zutritt von Bacterien und einmal angesiedelt vermögen gewisse Arten sich ausgezeichnet zu erhalten. Für die Praxis der Wasserversorgung ist vollständig keimfreies Wasser undenkbar. Schon die Anlage bringt es mit sich, dass sich gewisse Arten dauernd festsetzen, leider ist aber so häufig auch eine sekundäre Zufuhr von Keimen durch undichte Fassungen nicht ausgeschlossen, ab und zu gelingt es dem Regen, durch diese Undichten aus dem umgebenden Erdreich zahlreiche Spaltpilze dem Wasser zuzuführen. Sind die Keime einmal in das Wasser gelangt, so erfolgt ihre Vermehrung nach den allgemeinen für die Biologie der Bacterien massgebenden Grundsätzen.

Hauptsächlich kommt hier in Betracht der Einfluss der Temperatur. Während bei einer Temperatur von 5° Cels. und darunter eine Abschwächung der Lebensäusserungen der Bacterien eintritt, die selbst bis zur Vernichtung führen kann, findet bei höheren Temperaturen, insbesondere den während der Sommermonate üblichen, eine sich ins Enorme steigende Vermehrung statt. Die gewöhnliche Temperatur eines Leitungswassers von 8—11° Cels. gestattet demnach ebenfalls eine wenn auch mässige Vermehrung der Bacterien.

Von beinahe derselben Wichtigkeit als die Vermehrung der Bacterien im Wasser beeinflussender Faktor ist dessen Gehalt an Nährmaterial, an stickstoffhaltigen organischen Substanzen. Wenn es auch Thatsache, dass die meisten Bacterien in destillirtem Wasser bei ihren geringen Ansprüchen hinreichend die Bedingungen für Existenz und Fortpflanzung finden, so steigert doch die Hinzufügung einer unwägbaren Menge organischer Substanz bei sonst gleich bleibenden Bedingungen ihre vitalen Funktionen ungeheuer. So ist es beispielsweise nach den Versuchen von Cramer gar nicht gleichgültig, ob die gewöhnlich verwendeten Reagenröhren mit Watte oder Glasverschluss versehen sind, etwa vom Watterpfropf sich ablösende Fasern, die ins Wasser geraten, erhöhen ausserordentlich die Vermehrungsfähigkeit.

Die durch eine chemische Analyse nachgewiesenen organischen Substanzen sind also sicher insofern von Bedeutung, als sie das Wasser selbst für die meist empfindlicheren pathogenen Mikroorganismen, zu einem guten Nährboden gestalten und dadurch ihre Vermehrung ermöglichen.

Über die Einwirkung der im Wasser vorkommenden Gase auf den Keimgehalt ist experimentell festgestellt, dass für die meisten

Bakterien die Luft resp. Luftsauerstoff begünstigend wirkt, dass Stickstoff als indifferent zu betrachten, die Kohlensäure dagegen einer Vermehrung entgegenwirkt.

Bei Brunnen ist ferner von erheblicher Bedeutung für den Bacteriengehalt die mehr oder weniger starke Benutzung, da, wenn kein Wasser entnommen wird, die Keime sich ungestört vermehren und eine starke Bacterienanhäufung bedingen, während andererseits bei häufiger Entnahme durch Entfernung der Keime eine Ansammlung verhindert wird.

Dieser Umstand hat, bevor man ihn richtig würdigte, die bacteriologische Methode einigermassen in Misskredit gebracht, da die Untersuchung desselben Brunnens vor und nach längerem Abpumpen ganz verschiedenen Keimgehalt ergab. Und doch erweist sich gerade hier ihr Wert aufs Glänzendste. Denn der nach längerer Ruhe eingetretene starke Keimgehalt, das Verschwinden dieser überreichen Menge nach längerem Abpumpen zeigt deutlich, dass der frisch zutretende Grundwasserstrom gut filtrirt und also auch der Zutritt von Infektionsstoffen ausgeschlossen ist. Nimmt dagegen der Keimgehalt nach längerem Abpumpen nicht oder nur wenig ab, so ist dies ein Beweis, dass der Brunnen eine verdächtige Kommunikation unterhält mit Orten, an denen Prozesse der Fäulnis und Verwesung massenhaft Spaltpilzen ein günstiges Substrat für eine gedeihliche Entwicklung darbieten.

Der den Saprophyten hier beständig offenstehende Weg kann gelegentlich auch einmal pathogenen Mikroben Einlass gewähren, die dann nach ihrer Förderung an das Tageslicht leicht ihre infektiösen Eigenschaften entfalten können. Tritt dieser Fall nicht bald ein und ist der Zutritt von Infektionskeimen nicht ein ganz konstanter oder sehr massenhafter, so werden sie bald von ihren saprophytischen Nachbarn überwuchert. Aus diesem Grunde ist es ungemein schwer, in einem Wasser, das vielleicht eben Ursache zu einer Epidemie gegeben, die infektiösen Keime nachzuweisen, da sie entweder vollständig mit dem entnommenen Wasser entfernt oder im Brunnen selbst zu Grunde gegangen sind.

Auf die Tierversuche werde ich später eingehen und mich jetzt sofort zu der Wasserversorgung der Stadt Kiel wenden.

Das Wasserwerk von Kiel, im Südwesten der Stadt gelegen, entnimmt seinen Bedarf verschiedenen räumlich nicht sehr weit auseinanderliegenden Bezugsgebieten, die allmählich zur Gewinnung des nötigen Wassers herangezogen wurden. Die erste Anlage bestand aus neun im sog. Eisenbahneinschnitt angelegten Brunnen von etwa 9 m

Tiefe, deren Wasser durch Heberrohre einem Hauptsammelbrunnen in unmittelbarer Nähe des Maschinenhauses zugeführt wird, um von hier aus in die Stadt gepresst zu werden. Es zeigte sich jedoch bald eine Abnahme der Ergiebigkeit der Brunnen, so dass an die Aufschliessung neuer Quellgebiete gedacht werden musste. Nachdem Versuchsbrunnen in einem dem Wasserwerke anliegenden Wiesenterrain, der Vollrathswiese, befriedigende Resultate ergeben hatten, erfolgte hier die Anlage von 9 Brunnen, sämtlich in einer Tiefe von 8 m und der Anschluss eines bereits früher angelegten Brunnens in der benachbarten Friedensstrasse. Das Wasser der letztgenannten 9 Brunnen wird durch ein Heberrohr von 150, 200 und 300 mm Weite demjenigen Brunnen zugeführt, der der Wasserhebungsanlage am nächsten ist und da das Wiesenterrain 9,5 m tiefer liegt als das Terrain am Hauptsammelbrunnen, so wird durch eine Maschine (mit Saug- und Druckpumpe) mit einer Leistung von 1500 cbm in 24 Stunden (Reservemaschine 500 cbm täglicher Leistung) das Wasser des Sammelbrunnens in der Vollrathswiese in den Hauptsammelbrunnen gehoben.

Von hier aus wird das Wasser konstant bei Tag und Nacht in das Röhrensystem der Stadt gepresst, das in seinen Verästlungen die einzelnen Häuser versorgt. Ein starker Ast führt zu einem am nördlichen Ende der Stadt gelegenen Hochreservoir, welches, bei zeitweiligem starkem Wasserverbrauch in den tiefliegenden Stadtteilen, die Hochgelegenen in seiner Nähe zu versorgen hat. Unweit der Wasserwerkanlage führt von der Hauptleitung ein starker Zweig zu den Hauptreservoir am Studentenberge, das bestimmt ist, bei Betriebsstörungen die Stelle des Pumpwerks zu vertreten und je nach Bedarf Wasser an die Stadt abgiebt oder aufspeichert.

Sämtliche Brunnen der Anlage bestehen aus den Boden meterhoch überragenden gemauerten Schächten von gewöhnlich  $1\frac{1}{2}$  m Durchmesser (Brunnen Friedensstrasse 3 m Durchm.) und sind durch Cementirung gegen seitliches Eindringen von Wasser geschützt. Die Brunnen des Eisenbahneinschnittes sind durch schwere eiserne Klapptäfel vollständig abgeschlossen, die übrigen Brunnen sind mit Holzdeckeln verschlossen, die z. B. das Eindringen von Regen nicht sicher ausschliessen. Schwimmer zeigen den jeweiligen Wasserstand in den Schächten an.

Die immer zunehmende Abnahme des Grundwassers und der starke Konsum in den Sommermonaten 1887 zwangen dazu, sich nach neuen Zufuhrquellen umzusehen. Und man musste sich wegen der Dringlichkeit der Sache zu einem Schritte entschliessen, der, in der

Notwendigkeit einer Wasserversorgung um jeden Preis begründet, nur hierdurch einigermaßen entschuldigt werden kann.

Die zur Wasserversorgung bereits herangezogene Vollrathswiese ist von einem Gewässer durchströmt, dem Vollrathsbache, dessen Verlauf ihn als sehr verdächtig erscheinen lassen muss. Er durchfließt nicht sehr wasserreich die Ortschaft Krusenrott und nimmt da und dort Zuflüsse und Abwässer der Häuser auf, noch kurz vor seinem Eintritt in die Wiese empfängt er sämtliches Abwasser der Irrenanstalt Hornheim. Unter einem Strassendamm durchfließend gelangt er in die Vollrathswiese und wird hier durch einen Damm aufgestaut, während auch diesseits der Strasse durch Aufstauung eine grössere Wasseransammlung gebildet wird. Der Damm in der Wiese ist nur schmal und kann man an einzelnen Stellen das Wasser durch den Damm hindurchsickernd in die Wiese eintreten sehen. Ausserdem existirt an einer Stelle eine Schleuse, über die sich jedoch bei einem starken Regengusse das schmutzigste Wasser in die Wiese ergiessen muss. Mit nur geringem Gefälle fliesst der Vollrathsbach dem Hafen zu und wird er daher bei nur einigermaßen bedeutendem Hochwasser aufgestaut.

Durch das immer dringlicher werdende Bedürfnis nach einer reichlicheren Wasserversorgung sah man sich genötigt zu dessen Befriedigung das Wasser des Vollrathsbachs heranzuziehen. Es wurde zwischen dem Bache und dem nächstliegenden Wiesenbrunnen ein Cokes-filter von etwa  $1\frac{1}{2}$  m Länge und 1 m Breite mit Holzfassung angelegt und das filtrirte Wasser dem nächsten Brunnen zugeführt, von wo es auf dem oben angegebenen Wege in den Hauptsammelbrunnen befördert wurde. Der Zufluss wurde durch eine Schleuse regulirt. Das Leitungswasser enthielt durchschnittlich 10 % aus dem Vollrathsbach zugemischt, pro die 350—400 cbm.

Inmitten der Stadt befindet sich noch ein Appendix des Wasserwerks in Gestalt eines Pumpwerks auf dem Boden der Gasanstalt. Dieses entnimmt einem Sammelbrunnen das Wasser, das 5 auf dem Boden der Gasanstalt angelegte artesische und ein am Küterthor gelegener Brunnen liefern. Das Wasser wird direkt in das Röhrensystem gepumpt und vermischt sich mit dem Übrigen.

Während der Zeit des höchsten Wasserkonsums betrug die Leistung des Wasserwerks 3600—4000 cbm pro Tag. Es entfallen hiervon auf die Brunnen des Eisenbahneinschnitts etwa 2000 cbm, auf die Brunnen der Vollrathswiese und den Bach 1200—1600 cbm, auf das Pumpwerk der Gasanstalt a. na. hernd 400 cbm. Bei einer Bevölkerung von 54000 stellt sich der tägliche Wasserverbrauch aus der Leitung pro Kopf

der Bevölkerung auf 66—74 Liter, eine sehr niedrige Zahl gegenüber den Anforderungen der Hygiene, die 150 Liter pro Kopf verlangt. Dieses Missverhältnis kann nur dadurch erklärt werden, dass einerseits sehr zahlreiche, dem Wasserwerke angeschlossene Häuser kein Wasser erhielten, andererseits noch eine grosse Anzahl von Pumpbrunnen auf dem Grund und Boden der Stadt in Gebrauch sind und besonders des im Wasserwerke eingetretenen Mangels wegen eifrig benützt werden. Der wirkliche Verbrauch würde bei genügender Lieferung sicherlich um die Hälfte oder mehr höher gewesen sein; sämtliche Gartenleitungen waren zudem gesperrt.

Der Untersuchungsgang war folgender: Das Wasser wurde in sterilisirten Reagenzröhren, die in die Brunnen hinabgelassen wurden, immer den Brunnenschichten selbst entnommen, wobei Vorsorge getroffen war, dass das Einfallen von Keimen von der Aufhängevorrichtung aus möglichst vermieden wurde. Das sämtlichen Brunnen des Eisenbahncinschnittes entstammende gemischte Wasser wurde dem Sammelrohr entnommen. Die Zeit von der Entnahme bis zur Anlegung der Kulturen betrug durchschnittlich eine Stunde. Leitungswasser in der Stadt wurde erst entnommen, nachdem der Hahn 5 Minuten geöffnet und das stagnirende Wasser entfernt war. Die Platten wurden, wie oben bei der Beschreibung der Methode angegeben, angefertigt und blieben 2—3 Tage bis zur Untersuchung bei Zimmertemperatur, bei zu hoher Aussentemperatur im Eisschrank, stehen. Zur Zählung wurde der von Wolffhügel angegebene Zählapparat benutzt. Die verflüssigenden Arten wurden regelmässig eigens gezählt und hierbei die sehr langsam verflüssigenden Formen, die bei der Zählung Stecknadelkopfgrosse noch nicht erreicht, nicht berücksichtigt. Von den konstanten oder durch irgend eine Eigentümlichkeit auffallenden Arten wurden Stichkulturen in Gelatine angelegt, um sie später einer gesonderten Betrachtung zu unterwerfen. Als Nährboden wurde die 10% Koch'sche Fleischwasserpepton-Gelatine verwendet. Es wurden regelmässig 2 Platten angefertigt, die einander gegenseitig zur Kontrolle dienen konnten. Die zu den Versuchen gewählten Wasserquanta betragen 10 und 2 Tropfen resp.  $\frac{1}{2}$  und  $\frac{1}{10}$  ccm. Sämtliche Zahlen sind hieraus auf 1 ccm Wasser berechnet.

Die folgende Tabelle giebt eine kurze Übersicht der Versuche. Die Brunnen der Vollrathswiese sind mit Buchstaben bezeichnet.

## Übersichts-

über den Gehalt an Mikroorganismen in 1 ccm Wasser,

T a g der Entnahme	Temperatur	Niederschlagshöhe in mm	Vollrathsbach vor der Filtration				Vollrathsbach nach der Filtration				Br. B.				Br. G.			
			aus 1/2 ccm		aus 1/10 ccm		aus 1/2 ccm		aus 1/10 ccm		a. 1/2 ccm		a. 1/10 ccm		a. 1/2 ccm		aus 1/10 ccm	
			i. ganzen	Verl.	i. ganzen	Verl.	i. ganzen	Verl.	i. ganzen	Verl.	i. ganzen	Verl.	i. ganzen	Verl.	i. ganzen	Verl.	i. ganzen	Verl.
9. VIII.	15,2	0,88	Zerfloss.	19000	1800	Zerfloss.	13060	1100	296	40	320	50						
17. VIII.	16,0	0	3790	660	3040	700	2464	612	2670	650	498	94	450	120	Zerfloss.	6900	800	
25. VIII.	17,5	0	2780	486	2310	530	2880	226	3170	250	992	62	970	80	**	8	160	10
1. IX.	16,12	2,44	Zerfloss.	24000	1570	Zerfloss.	21200	1760	18	6	10	0	16	0	30	0		
10. IX.	11,92	0	5170	312	5440	270	5100	286	5410	310	56	0	50	0	34	0	30	0
16. IX.	13,08	0	Zerfloss.	11240	900	6700	346	6220	310						38	4	50	0
21. IX.	9,82	0	Zerfloss.	32300	3000						36	0	40	0	18	0	20	0
8. X.	8,12	3,78									30	8	30	0	**	0	40	0
Durchschnitt sämtl. Untersuchungen aus 1/2 ccm berechnet †)					13904				8288				318				1401 (27)	

Statt der am Kopfe angegebenen Br. wurden die Br. B\*, E\*\*, F\*\*\* untersucht.

Die angegebenen Werte für Temperatur (Tagesmittel) und Niederschlagshöhe entstammen den Beobachtungen des physikalischen Institutes zu Kiel.

†) Die in Klammern gesetzten Zahlen ergeben sich bei Nichtberücksichtigung des auffallend hohen, offenbar auf zufälliger Verunreinigung der Brunnen beruhenden Keimgehalts der Untersuchung vom 17. VIII. resp. 1. IX.

# Tabelle

mit Berücksichtigung der verflüssigenden Arten.

Br. Friedenstr.		Sammelbr. für Vollrathswiesen				Sammelrohr der Eisenbahneinschnittsbrunnen				Haupt-Sammelbrunnen				Leitung Hospitalstrasse				Keimgehalt des Leitungswass. i. l. cem berechnet am Sammelbr. Vollr. Wiese u. Sammelr. der Eisenb.-Einschnitts-Brunnen.			
1/2 cem		aus 1/10 cem		aus 1/20 cem		aus 1/10 cem		1/10 cem		aus 1/20 cem		aus 1/10 cem		a. 1/2 cem		a. 1/10 cem					
i. ganzen	Verh.	i. ganzen	Verh.	i. ganzen	Verh.	i. ganzen	Verh.	i. ganzen	Verh.	i. ganzen	Verh.	i. ganzen	Verh.	i. ganzen	Verh.	i. ganzen	Verh.				
—	—	—	—	4700	256	5940	220	164	28	180	20	3170	224	3440	280	244	16	180	20	1976	
Zerf.	10800	2000	—	1040	176	1050	170	—	—	—	—	3338	500	3780	470	432	26	320	20	—	
***	126	14	170	10	936	118	990	108	12	4	30	0	508	62	460	90	378	10	510	20	482
6	0	0	0	9000	500	11970	870	8260	230	70	40	240	8500	300	10750	460	1524	74	1210	130	8554
—	—	—	—	3260	164	3350	180	218	20	150	20	2728	132	3640	160	986	74	1090	80	1435	
18	2	10	0	3520	168	3620	200	88	6	100	10	2162	114	2350	130	562	32	610	40	1461	
8	2	20	0	2344	182	2340	200	18	4	30	0	1624	134	1540	120	926	188	1120	210	946	
18	4	40	10	534	76	540	70	10	2	30	0	258	36	320	50	62	14	70	10	220	
2130 (13)		3167				1247 (85)				2786				639				1330			

Br. am Küterthor

1. X.	96	2	150	0
13. X.	10	0	20	0

Artesische Br.  
Gasanstalt

{	20	0	20	0
	24	0	30	0
	6	0	20	0

Bei Betrachtung unserer Tabelle fällt sofort die Abhängigkeit des Bacteriengehaltes des Kieler Leitungswassers von der Beimengung des Wassers des Vollrathsbachs im Auge. Im grossen und ganzen schwankt der Keimgehalt des Trinkwassers mit dem Steigen und Fallen des Keimgehaltes des Vollrathsbachs. Es ergibt sich ferner die vollständige Unzulänglichkeit des zur Filtration des Baches dienenden Filters, sodass bei niedrigem Keimgehalt des Baches der Gehalt nach der Filtration sogar höher war wie vor derselben. (25. VIII.) Ersichtlich ist ferner, wie das keimreiche filtrirte Wasser bei den einzelnen Etappen der Sammlung durch Zufuhr keimärmeren Wassers einen niedrigeren, den Verhältnissen entsprechenden Keimgehalt erreicht. Die berechneten Durchschnitte erweisen dasselbe: bei Brunnen Friedenstrasse und Sammelrohr der Eisenbahneinschnittsbrunnen stellt die in Klammern gesetzte Zahl offenbar die gewöhnlichen Verhältnisse dar.

Die Höhe der Temperatur und des Niederschlags sind beigelegt, da von ihnen zunächst eine Steigerung im Bacteriengehalte des Vollrathsbachs erwartet werden konnte. Man sieht aber sofort, dass diese für eine Erklärung der Schwankungen verhältnismässig wenig Anhaltspunkte bieten, da hier andere Umstände sich in höherem Masse geltend machen.

So fällt z. B. hier die höchste Temperatur mit dem niedrigsten Keimgehalte und die niedrigste Temperatur mit dem höchsten Keimgehalte zusammen.

Wenn eine bestimmte Temperatur einwirkt, handelt es sich vor allem darum, welchen Gehalt an Bacterien ein Wasser eben besitzt und dieser ist nun bei einem Oberflächenwasser keine konstante Grösse, sondern von vielen Zufälligkeiten abhängig. Es kann und wird aus äusseren Gründen häufig vorkommen, dass an kalten Tagen Abwässer, deren Zufluss an heissen Tagen sistirte oder wenigstens gering war, reichlich bacterienhaltiges Material einem Oberflächenwasser — Gelegenheit war auch beim Vollrathsbache hinreichend vorhanden — zuführen und dadurch den Einfluss der Temperatur vollständig paralyisiren. Niederschläge können ebenfalls aus dem umliegenden Boden dem Bache Keime zuführen. (1. IX. u. 16. IX. am 15. IX. Niederschlagshöhe 8,3,0 mm.) Fällt ein solches Ereignis mit hoher Temperatur zusammen, so kann der Keimgehalt eine ausserordentliche Höhe erreichen.

Für den höchsten beobachteten Keimgehalt des Vollrathsbachs am 21. IX. kann vielleicht die durch Hochwasser im Hafen bewirkte länger dauernde Aufstauung desselben verantwortlich gemacht werden.

Bei der vollständigen Stagnation konnte selbst bei der verhältnismässig niedrigen Temperatur das beobachtete Resultat erreicht werden.

Ein Einfluss der Temperatur auf das Wasser der Brunnen-schachte ist nicht zu konstatiren, wie hier ja erklärlich, da es denselben rasch entnommen wird und das zuströmende Grundwasser den Temperaturschwankungen kaum unterworfen ist. Dagegen ist die Verunreinigung der Brunnen am 2. VIII. und 11. IX. wahrscheinlich dem Regen beizumessen, der durch Undichten der Fassung zu den Schächten Zutritt gewann.

Auffallend war stets das Verhältniss des hohen Keimgehaltes des Wassers im Hauptsammelbrunnen gegen den niedrigeren, des den Ausflussstellen der Stadt entnommenen Wassers. Es kommt in der Stadt allerdings noch das fast keimfreie Wasser aus der Gasanstalt hinzu, doch ist dessen Menge zu gering, um eine solche Verdünnung herbeizuführen und gelangt dasselbe wohl grösstenteils in der Nähe der Gasanstalt wieder zur Verausgabung.

Man könnte vermuten, dass die Mischung des reiches organisches Nähraterial enthaltenden Wassers des Vollrathsbachs mit dem reinen Wasser der Eisenbahnbrunnen auf die Bacterien lebenshemmend einwirken konnte. Angestellte Versuche bestätigen dies nicht. Ein cem eines Gemisches aus dem Wasser der Sammelbrunnen der Vollrathswiese und der Eisenbahneinschnittsbrunnen zeigte im Gegenteil nach etwa 15stündigem Stehen mehr Keime als 1 cem der beiden unvermischt gebliebenen Componenten.

Weiterhin konnte der Abschluss von der Luft der in das Röhrensystem gepressten Wassermassen auf Bacterien deletär wirken, wenn auch das Wasser noch hinreichend mit Sauerstoff beladen erscheint und die meisten der darin sich vorfindenden Bacterien fakultative Anaeroben darstellen. Vollständig gefüllte Röhren wurden mit Gummikappen verschlossen und einen Tag lang stehen gelassen, gleichzeitig auch Wasser mit freiem Luftzutritt. Es ergaben sich bei der Untersuchung wirklich Differenzen zu Gunsten des unter Luftabschluss gestandenen Wassers, aber zur Erklärung für die hier gefundenen Verhältnisse bei weitem nicht ausreichend.

Es bleibt also nur noch übrig anzunehmen, dass in dem Hauptsammelbrunnen das Wasser bei seiner Entnahme noch nicht vollständig gemischt war, sodass also in dem entnommenen Wasser prozentlich mehr Wasser aus den Wiesenbrunnen, als aus den Einschnittsbrunnen enthalten ist. Rechnet man die Leitung der Wiesenbrunnen zu 40 % und die der Eisenbahnbrunnen zu 60 %, wie es den thatsächlichen Verhältnissen ungefähr entspricht, und berechnet den Keimgehalt der

Mischung der Beiden, so erhält man die in der letzten Rubrik der Tabelle angegebenen Werte.

Sie sind sämtlich niedriger als die Keimzahlen des Hauptsammelbrunnens und vermitteln den Übergang zu denen der Ausflusstelle der Stadt. Wenn aber auch die ungenügende Mischung grosse Schuld an dem bedeutend höher gefundenen Bacteriengehalte des Hauptsammelbrunnens trägt, so ist doch auch die Annahme einer solchen allein nicht im Stande, das Missverhältnis zwischen Hauptsammelbrunnen und Leitung Hospitalstrasse vollständig aufzuklären.

Plagge und Proskauer haben in ihrem Bericht über die Untersuchung des Berliner Leitungswassers den höchsten zulässigen Keimgehalt auf 300 Keime im cem und den des frisch filtrirten Wassers auf 50—150 Keime im cem normirt. Die Zulässigkeit der Aufstellung von Grenzwerten für die Sandfiltration und die praktische Anwendung derselben in analogen Fällen liegt auf der Hand, da das Wasser vollständig keimfrei filtrirt werden soll und der trotzdem vorhandene Keimgehalt, durch die Sammlung und Leitung verursacht, bei den fast stets gleichbleibenden Aussenbedingungen eine nahezu konstante Grösse bleiben muss. Überschreiten des Grenzwerts weist mit Sicherheit auf eine Insuffizienz der Filter oder Störungen während der Leitung hin.

Anders verhält es sich jedoch mit Brunnen und Leitungen, die ihr Wasser unter komplizirteren Verhältnissen sammeln, hier ist die Aufstellung bacteriologischer Grenzwerte unmöglich oder praktisch nicht verwendbar, da der mächtige Einfluss von Temperatur, geringer oder starker Benutzung, verschiedener Gehalt des Wassers an organ. Nährmaterial hindernd im Wege stehen.

Diese Schwierigkeiten liessen sich durch den nachstehenden Modus der Untersuchung, der von den letzterwähnten Einflüssen nicht abhängig, leicht umgehen, durch den zudem die Resultate leichter zu gewinnen sind und eindeutiger werden.

Angenommen es enthielte das Wasser eines Brunnens im cem 600 Keime, so ist diese Zahl gewöhnlich die Summe der Kolonien verschiedener Arten. Eine Erhöhung der Zahl auf z. B. 1200 Keime kann nun auf zweierlei Weise erfolgen, entweder indem die vorhandenen Arten durch Steigerung der biologischen Vorgänge sich so stark vermehren, und dies ist, wenn es sich um Saprophyten handelt, in hygienischer Beziehung vollkommen gleichgültig, oder sie kann durch Zufuhr der nötigen Keimmenge und durch neue Arten bedingt sein, was von wesentlicher Bedeutung ist. Unter den neuen Formen können nun entweder selbst pathogene Arten sein, oder wenn auch dieser

seltenerer Fall nicht eintritt, so steht ihnen doch jedenfalls derselbe Weg wie den Saprophyten offen.

Während also die einfache Zählung der Keime aus den bekannten Gründen keinen Schluss erlaubt, gestattet uns die Beobachtung des Auftretens neuer Formen, ein derartiges Wasser für verdächtig zu erklären. Es erfordert dies natürlich für jeden einzelnen Fall eine wiederholte Untersuchung, um die konstant auftretenden Bacterienspezies kennen zu lernen, eine Untersuchung, die anfangs zwar zeitraubend, später ausserordentlich rasch vor sich geht, da das Wachstum vieler Kolonien auf der Platte ganz charakteristisch ist. Auf diese Weise liesse sich auch eine Grenzzahl, die jedoch für jedes einzelne Wasser gesondert zu eruiiren ist, feststellen. Das Kieler Leitungswasser z. B. enthält nach Ausschluss des Vollrathsbachs etwa 10—12 verschiedene Arten, die mit grosser Gleichmässigkeit immer wiederkehren.

Es ist klar, dass bei Untersuchung eines Brunnenwassers nach längerem Abpumpen sogar eine Vermehrung des Artenreichtums mit einer Verminderung des Keimgehalts Hand in Hand gehen kann, ein Ergebnis, das der Zählungsmethode vollständig entgeht, obwohl sich leicht unter den neu aufgetretenen Arten infektiöse befinden können. Grosse Mengen verschiedener Bacterienspezies lassen ein Wasser immer suspect erscheinen.

Es dürfte sich also empfehlen, die übliche Zählungsmethode nur bei Wasserversorgung mittels Sandfiltration anzuwenden, im übrigen aber neben dem numerischen Verhalten der Keime sich hauptsächlich um Anzahl und Charakter der vorhandenen Arten zu kümmern.

Von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet, war das Leitungswasser der Stadt während der grössten Zeit der Beobachtung als schlecht zu bezeichnen. Durchschnittlich 25—30 verschiedene Arten bildeten die Regel, die in buntem Wechsel zeitweilig anderen Platz machten, um dann gelegentlich wieder einmal aufzutauchen. Bald zeigte sich diese, bald jene der Arten numerisch im Übergewicht, einzelne Formen waren zwar konstant, aber immer nur in ganz wenigen Exemplaren vertreten.

Nach der Sistirung des Zuflusses aus dem Vollrathsbache bot sich bald ein anderes Bild dar. Zugleich mit dem Absinken der Keimzahl auf eine befriedigende Höhe trat auch eine starke Reduktion der Anzahl verschiedener Bacterienspezies auf 10—12 Formen ein, die sich gleichmässig erhält.

Das Leitungswasser wurde verschiedenen Ausflusstellen in der Stadt entnommen und einer ziemlich regelmässigen Untersuchung

unterworfen: Es wurden auch hier immer 2 Platten mit 10 und 2 Tr. angefertigt, deren Ergebnisse gut übereinstimmen, soweit dies überhaupt möglich ist.

Ort.	Tag der Entnahme.	Gehalt an Keimen in ccm			
		aus $\frac{1}{2}$ ccm		aus $\frac{1}{10}$ ccm	
		im ganzen	Verfl.	im ganzen	Verfl.
Hospitalstrasse . . . . .	4. VIII.	1616	30	1590	40
» . . . . .	5. VIII.	1712	52	1480	60
» . . . . .	9. VIII.	244	16	180	20
» . . . . .	9. VIII.	224	12	200	20
» . . . . .	17. VIII.	432	26	320	20
Muhliusstrasse . . . . .	17. VIII.	160	4	130	—
Hospitalstrasse . . . . .	25. VIII.	378	10	540	20
» . . . . .	1. IX.	1524	74	1210	120
» . . . . .	10. IX.	986	74	1090	80
» . . . . .	16. IX.	562	32	610	40
» . . . . .	21. IX.	926	188	1120	210
Vorstadt . . . . .	21. IX.	1370	114	1760	160
Hospitalstrasse . . . . .	25. IX.	964	52	910	40
Muhliusstrasse . . . . .	25. IX.	1586	156	1560	130
Hospitalstrasse . . . . .	8. X.	62	14	70	10
» . . . . .	21. X.	62	16	60	10
Muhliusstrasse . . . . .	15. XI.	104	8	70	10
» . . . . .	17. XI.	311	73	—	—
» . . . . .	3. XIII.	108	33	—	—

Die beobachteten Schwankungen erklären sich wahrscheinlich aus der grösseren oder geringeren Menge beigemischten Wassers aus dem Vorrathsache. Nach Absperrung des Zuflusses bleiben die Keimzahlen dauernd niedrig, wohl auch begünstigt durch die eingetretene niedrigere Temperatur. Das zum Vergleiche verschiedenen Ausflusstellen entnommene Wasser zeigt keinen gleichen Keimgehalt, was vielleicht von der ungleichmässigen Verteilung des fast keimfreien Wassers aus der Gasanstalt in dem Rohrnetz der Stadt abhängt.

Wie bereits früher erwähnt, existiren in Kiel noch eine Menge Pumpbrunnen, die häufig neben der Leitung zur Entnahme des Nutzwassers, in manchen Häusern auch noch ausschliesslich gebraucht werden. Es wurden im Jahre 1883 661 Brunnen der Stadt einer chemischen Untersuchung unterworfen, deren Ergebnis die Ausserdienststellung einer grossen Anzahl verdächtiger Brunnen war. Es unterliegt jedoch keinem Zweifel, dass hierin noch manches zu thun übrig bleibt. Meine Untersuchungen wurden nicht zu dem Zwecke

angestellt, die genügende Filtration und damit die Güte eines Brunnenwassers zu erweisen, sondern nur, um über den oben vorhandenen Keimgehalt eines Brunnenwassers Anhaltspunkte zu gewinnen. Es wurde deshalb das Wasser nach Abpumpen von 10 Minuten entnommen, sodass das in den Röhren stagnierende Wasser entfernt war, im übrigen wie oben verfahren.

Die folgenden Brunnen haben eine Holzpumpe und haben sich nach der chemischen Analyse als brauchbar, mittelmässig und verlässlich erwiesen.

I. Bergstrasse 26 . . .	17. VIII.	Unzählige	144	26000	180
	29. IX.		1142	54	1170 50
II. Muhliusstrasse 27 .	17. VIII.	Verfl.		3860	840
	29. IX.		750	320	820 390
III. Muhliusstrasse 30 .	17. VIII.		1598	256	1860 380
	29. IX.		1740	262	1830 320.

Der Zahl der Keime nach erscheint der erste Brunnen als der schlechteste, betrachtet man jedoch die verschiedenen Spezies, so ergibt sich, dass mehrere verfl. Formen vorhanden und der ganze Rest durch die Entwicklung kleiner gleichförmig erscheinender Kolonien gebildet wird. Die Unterschiede an beiden Entnahmetagen sind wahrscheinlich durch ungleich starke Benützung und Temperaturdifferenzen bedingt.

Der folgende Brunnen wurde bei der chemischen Analyse mittelmässig befunden und besitzt eine eiserne Pumpe. Das Wasser wird nur als Nutzwasser direkt vom Brunnen, zum Trinken jedoch stets filtrirt verwendet.

Niemanssweg No. 21 . . .	4. X.	1162	82	1330	120
filtrirt . . .	„	1014	86	1240	110
	21. X.	706	66	690	50
filtrirt . . .	„	1374	50	1280	40.

Die angegebenen Zahlen erweisen den absoluten Unwert des benützten Filters in bacteriologischer Hinsicht. Es werden nicht nur nicht die Keime zurückgehalten, sondern unter Umständen sogar noch der Keimgehalt des filtrirten Wassers erhöht.

Die sich jetzt anschliessenden Zahlen betreffen Brunnen theils vor, theils hinter der Seebataillons-Kaserne, 16 m tief mit eiserner Pumpeneinrichtung und nicht völlig dichtem Abschluss nach oben versehen. I. und IV. sind gänzlich ausser Gebrauch, II. und III. werden bloss zur Entnahme von Nutzwasser benutzt.

I. 18. IX.	578	22	490	30
3. X.	356	66	260	70

II.	18.	IX.	286	18	250	10
	3.	X.	1066	360	1120	470
III.	18.	IX.	630	40	668	30
	3.	X.	730	20	680	20
IV.	3.	X.	1166	32	1090	30

Da die Brunnen sehr wenig benutzt werden, so hätte man eigentlich hohe Keimzahlen erwarten sollen. Doch es bestätigt sich hier die bereits anderweitig gemachte Erfahrung, dass dauernd geschlossene oder wenig benutzte Brunnen relativ bacterienarm sind. Wird ein Brunnen geschlossen, so hört der Zufluss entweder ganz auf oder ist wenigstens sehr abgeschwächt, die Zuführung neuer Bacterienmengen ist also fast vollständig inhibirt. Die Ruhe ermöglicht eine ausgiebige Sedimentirung der Bacterien, sodass der Oberfläche entnommenes Wasser fast keimfrei vorgefunden wird.

Auch über Eis und künstliches Selterswasser habe ich einige Versuche angestellt. Das zu untersuchende Eis wurde der Mitte grösserer Stücke nach Zerschlagen mit geglühten Messern entnommen und in sterilen Beagenröhren geschmolzen.

10. IX. 2648 32 2760 20

21. X. 1690 6 1310 —

Es ist bekannt, dass durch Sinken der Temperatur unter den Gefrierpunkt die Lebensthätigkeit der Mikroorganismen gehemmt und manche abgetödet werden, dass jedoch die Mehrzahl dem Eingriff widersteht. Durch Frieren muss also der Keimgehalt vermindert werden und es ergibt sich hieraus, dass ein bacterienarmes Eis unter Umständen einem bacterienreichen Wasser entstammen kann und dass bacterienreiches Eis höchstwahrscheinlich einem noch viel bacterienreicheren Wasser seinen Ursprung verdanken wird. Da Eis vielfach zu ärztlichen Zwecken, z. B. bei der Wundbehandlung zur Bereitung kühlender Getränke und zu kulinarischen Zwecken direkt verwendet wird, so ist derselbe Massstab wie an Wasser anzulegen und für den angegebenen Gebrauch dem aus vorwurfsfreiem Wasser hergestellten Kunsteis der Vorzug zu geben. Eis von dem Bacteriengehalte des Untersuchten dürfte also nur mit Vorsicht verwendet werden.

Auf den Keimgehalt der künstlichen Mineralwässer übt grossen Einfluss die Art und Weise der Verpackung und die Herkunft des zur Verwendung gelangenden Wassers. Es müsste strenge darauf gehalten werden, dass nur destillirtes, frisch filtrirtes oder sicher geschützten Quellen entnommenes Wasser zur Fabrikation verwendet wird. Man hat, ob mit Recht oder Unrecht ist nicht zu entscheiden, eine Typhusepidemie in Mainz im Jahre 1884 auf den Genuss von

künstlichem Mineralwasser zurückführen zu können geglaubt und da eine solche Möglichkeit jedenfalls besteht, ist nur die Verwendung absolut sicheren Wassers zuzulassen. Dies besonders noch deshalb, weil bei bestehenden Epidemien die Bevölkerung dem gewöhnlichen Trinkwasser ausweichend, zum künstlichen Mineralwasser häufig seine Zuflucht nimmt und eventuell erst hierdurch an ihrer Gesundheit geschädigt werden könnte.

Selterswasser	5. IX.	Frisch	480	28	630	60
mit Patentverschluss	„	Alt	2400	28	2270	50
Selterswasser	13. IX.	6 Tage alt	686	—	540	—
mit Korkverschluss	11. XII.	„	394	78	420	120

Der Keimgehalt des frischen Selterswassers ist entschieden zu hoch. Das zu seiner Herstellung benutzte Wasser ist Leitungswasser, das vorher noch filtrirt wird. Es ist also entweder anzunehmen, dass das Filter insufficient ist oder das durch die Reinigung aus den Flaschen, eine grosse Anzahl Keime nicht entfernt resp. erst eingeführt wird.

Der aufgetretene Wassermangel, die Wahrnehmung, dass der die Brunnen des Wasserwerks speisende Grundwasserstrom sich mehr und mehr abschwächt und die sichere Aussicht weiterer Vergrösserung der Stadt haben die bisherige Wasserwerksanlage als unzureichend und die Anlage einer neuen als wünschenswert erscheinen lassen. Grundwasser in genügender Menge in der Nähe Kiels zu gewinnen, ist nicht möglich, es bleibt also nur Fluss- oder Seewasser übrig.

Nach längeren Erwägungen hat man sich für eine Wasserversorgung aus dem von der Eider durchflossenen etwa 40 Minuten von Kiel entfernten Schulensee entschlossen. Vorläufig soll jedoch das Wasser nicht dem See selbst entnommen werden, sondern es wird durch einen Schacht im See das dem Seebecken zuströmende Grundwasser erschlossen und soll in einer langen Leitung der Stadt zugeführt werden. Bei eintretendem Bedarf kann leicht direkte Entnahme des Wassers mit Filtration eingerichtet werden.

Schulensee:	4. VIII.	874	22	590	30
	13. VIII.	4772	88	4640	90
	28. XI.	760	66	740	60
Versuchsbrunnen am Schulensee:	4. VIII.	660	84	650	90
	13. VIII.	7680	64	8180	60
	24. X.	230	10	256	10
	28. XI.	242	8	230	10.

Der Keimgehalt ist im Verhältnis zu den bei anderen Seen beobachteten Zahlen niedrig und dürfte das Wasser des Sees eine

wirksame Filtration vorausgesetzt zu einer Wasserversorgung sich eignen. Die angelegten Brunnen geben offenbar rein filtrirtes Wasser, da, trotzdem die Brunnen offen und noch daran gearbeitet wurde (13. VIII.), der Keimgehalt ein geringer ist.

Herkunft und Beschaffenheit des Kieler Leitungswassers mussten dazu auffordern, dasselbe auf etwa vorhandene pathogene Eigenschaften zu prüfen. Ein negatives Ergebnis würde für die Güte des Wassers nichts beweisen, da es ja dem Menschen pathogene Mikro-Organismen giebt, denen gegenüber die Tiere sich refraktär verhalten, ein positives Resultat dagegen müsste das Wasser unzulässig und bedenklich erscheinen lassen. Als Versuchstiere wurden weisse Mäuse, Meer-schweinchen und Kaninchen benützt und ersteren  $\frac{1}{2}$  bis 1 ccm Wasser, den beiden letzteren bis 4 ccm Wasser mit der von Koch angegebenen sterilisirten Spritze in die Bauchhöhle injiziert. Das der Leitung entnommene Wasser wurde stets gut vertragen, dagegen gelang es, aus dem Blute und den Organen einer Maus, die  $3\frac{1}{2}$  Tage nach einer Injektion von Wasser aus dem Vollarthsbrunnen gestorben war, einen Bacillus zu züchten, der sich als pathogen erwies, auf dessen genauere Beschreibung ich später zurückkommen werde. Meerschweinchen und Kaninchen reagirten auch hier nicht. Dass die Versuche mit Leitungswasser fehlschlügen, nimmt nicht Wunder, da es bei der starken Verdünnung, die das Wasser des Vollarthsbaches erfährt, grosser Zufall gewesen wäre, wenn in den geringen injizirten Wasserquantitäten dieser pathogene Organismus sich vorgefunden hätte.

Wie bei so grossen Mengen von Mikro-Organismen, die das Kieler Leitungswasser zu Zeiten bot, zu erwarten, war auch die Anzahl der verschiedenen Arten eine relativ sehr grosse. Das Hauptkontingent der verschiedenen Bacterienspezies stellte natürlich der Vollarthsbach, der als Oberflächenwasser von vornherein geeignet erscheint, aus der ihn umgebenden Erde und Luft Keime aufzunehmen und mit sich fortzuführen. Bedenkt man, dass ihm durch allenfallsige Regengüsse auch aus weiterer Umgebung massenhaft Keime zugeführt werden, so ist einzusehen, dass ich das während seines Verlaufes durch regelmässige, nicht gerade unverdächtige Zuflüsse reichlichst mit Pilzen versehene Wasser dieses Baches zu einem wahren Sammelplatz niederer Organismen gestalten muss, In der That erfreut sich denn auch der Vollarthsbach einer grossartigen, an Arten reichen niederen Flora.

Regelmässig zeigten sich bei den Untersuchungen über 30 verschiedene Arten und jede neue Untersuchung wies neue, noch nicht gesehene Formen auf.

Um so geringer ist dagegen die Abwechslung in dem Wasser der Brunnen des Eisenbahneinschnittes. Es geht aus allen Untersuchungen (ausgenommen 1. September) aufs deutlichste hervor, dass hier der Keimgehalt bedingt ist durch die Vegetation weniger Arten, die in den Brunnenschächten angesiedelt in diesem Wasser einen ihnen zusagenden Nährboden gefunden haben. Das am 1. Sept. beobachtete Auftreten und rasche Verschwinden eines erhöhten Keimgehalts und Formenreichtums spricht für die Spezifität von Wasserbakterien. Keiner der, wie bereits erwähnt, wahrscheinlich von aussen in die Brunnen gelangten Bakterienformen gelang es, ihr Dasein zu behaupten, ihrem ihnen eigentümlichen Nährboden entrückt vermochten sie offenbar nicht, sich den veränderten Verhältnissen anzupassen und machten daher bald wieder den ursprünglichen Bewohnern Platz.

Die einzelnen Brunnen der Vollrathswiese, der Brunnen in der Friedenstrasse und am Küterthor schliessen sich, was Artenreichtum betrifft, mehr oder weniger an die des Eisenbahneinschnitts an.

Bei einer so grossen Anzahl verschiedener Spezies, die im Laufe der Untersuchung angetroffen wurden, war es nicht möglich alle in Reinkultur zu züchten. Ich beschränkte mich auf die konstant auftretenden Formen, ferner auf Bakterien, die, wenn auch seltener vorkommend, durch besondere Eigentümlichkeiten in Form und Wachstum ausgezeichnet, hierdurch Interesse gewähren. Im ganzen wurden über 70 verschiedene Bakterien, wie im Folgenden angegeben, untersucht. Dass die Differentialdiagnose häufig recht schwierig und mühevoll, ist einleuchtend. Formen, die anfangs für verschieden gehalten wurden, erwiesen sich bei genauer Untersuchung als identisch, andere, die bei erster Beobachtung auf der Platte nicht zu unterscheiden, zeigten morphologisch und in weiteren Kulturen hinwiederum grösste Verschiedenheiten.

Sämtliche Bakterien wurden in Einzelkulturen auf der Platte (Gelatine) auf Oberflächenwachstum und Wachstum in der Tiefe beobachtet. Von hier wurden sie in Strichkulturen auf Gelatine überimpft und gleichzeitig die Feststellung der Form und Grössenverhältnisse in gefärbten Präparaten, die Beweglichkeit resp. Nichtbeweglichkeit der Bakterien im hängenden Tropfen vorgenommen. Die verflüssigenden Formen wurden in Strichkulturen auf Agar-Agar, die nicht verflüssigenden in Stich- und Strichkulturen auf Gelatine des Weiteren beobachtet.

Bei einzelnen Arten kam auch gekochte Eier und Kartoffel als Nährboden in Anwendung. Ferner wurde mehrfach von nicht neutralisierter = saurer — Gelatine Gebrauch gemacht.

Es würde den geplanten Umfang der Arbeit zu bedeutend überschreiten, wollte ich sämtliche beobachteten Bacterienspezies in genauer Beschreibung hier anführen. Es sei mir deshalb gestattet, mich auf die wenigen in Folgendem zu beschränken.

Als Haupteinteilungsprinzip wurde die leimlösende, Gelatine verflüssigende Kraft einzelner Bacterien zu Grunde gelegt und danach in Verflüssigende und Nichtverflüssigende Formen unterschieden. Unterabteilung Stäbchen- und Kugelform, Bacillen und Micrococcen.

## A. Verflüssigende Bacterien.

Sie bilden auf der Platte meist ausserordentlich charakteristische Kolonien, die sie leicht von einander unterscheiden lassen. Sie dehnen sich meist rasch verflüssigend radiär in der Peripherie aus und zeigen besonders an den Rändern sehr zierliche Bilder.

Teilweise beginnt sofort mit dem Wachstum der Kolonie die Verflüssigung, andere müssen erst an die Oberfläche gelangen, um eine Verflüssigung herbeizuführen, wieder andere haben um ihre Kolonie einen weiten verflüssigten Hof, sodass es scheint, als ob das Stoffwechselprodukt erst eine Verflüssigung bewirkt.

In Stichkulturen zeigen sich ebenfalls ganz charakteristische Unterschiede. Während die einen längs des ganzen Stichkanals gleichmässig verflüssigen, zeigen andere trichterförmige Verflüssigung, bei anderen beginnt dieselbe breitoberflächlich und schreitet allmählich in die Tiefe fort, während der Stichkanal fast gar keine Entwicklung zeigt. Häufig ist mit dem Wachstum die Bildung stinkender, fauliger Gase verbunden.

### I. Verflüssigende Bacillen.

*Bacterium a.* ist der am häufigsten vorkommende verflüssigende Microorganismus. Er bildet auf der Platte kreisrunde, weissliche Schalen, die bei schwacher Vergrösserung fein granuliert, innen gelblich, nach aussen silberglänzend erscheinen mit schwarzem Rande. Lebhaftige Bewegung zu erkennen.

In Stichkulturen ziemlich rasche trichterförmige Verflüssigung. Weissliches Sediment. Auf Strichkulturen in Agar-Agar weissliche Trübung der Oberfläche.

Die mikroskopische Untersuchung ergibt bewegliche Stäbchen etwa 3 mal so lang als breit, an den Enden abgerundet,  $0,7 \mu$  breit.

*Bacterium b.* stellt die am stärksten verflüssigende Art vor. Auf der Platte erscheinen die tiefliegenden Kolonien als gelbliche Punkte, bei schwacher Vergrößerung geschichtet, manchmal auch rosettenähnlich. An die Oberfläche getreten bewirken sie sofort eine intensive Verflüssigung. Es bilden sich kreisrunde, scharf umrandete weissliche Kolonien. Bei mikroskopischer Besichtigung erscheint der Rand schmutziggrau, scharf abgehoben gegen den schmutzigweissen Inhalt, der mit Flocken untermischt sich central zu einer grösseren, graubraun gefärbten unregelmässig gestalteten Masse zusammenballt.

In StICKkulturen rasche trichterförmige Verflüssigung. Am Boden rötlich schimmerndes Sediment. Nach 2 Tagen ist die Gelatine vollständig verflüssigt und produziert einen intensiven Käsegeruch. Etwa bis zu einem cm Tiefe hat die etwas getrübe Gelatine einen grünlich fluoreszierenden Farbenton angenommen.

Auf Agar-Agar bilden sich schmutzigweisse Flocken, während das ganze Nährsubstrat hellgrünlich gefärbt ist.

Auf Eiweiss tritt unter staakem Fäulnisgeruch und Verflüssigung die Bildung rahmiger chokoladenfarbiger, später schwarzbrauner Massen auf.

Lebhaft bewegliche Bacillen, meist 1,5 bis über 2,0  $\mu$  lang und etwa 0,6  $\mu$  breit.

Diesem reihe ich 5 Bacterien an, die sich sämtlich durch die Eigenschaft einer mehr oder minder hochgradigen Fluorescenz auszeichnen.

*Bacterium c.* Unregelmässig geformte dunkelgrüne Kolonien ohne Zeichnung in der Tiefe. Oberfläche meist rund, zeigen sie im Centrum moosartige Massen von dunkelbrauner Farbe, die nach aussen heller werden, Rand grau. Älter werdend, nehmen die Kolonien einen grünen Farbenton an.

Die Verflüssigung ist in StICKkulturen mässig trichterförmig. Die Gelatine bleibt getrübt, ist im durchfallenden Lichte gelblich, im auffallenden Lichte stark dunkelgrün gefärbt.

Auf Agar-Agar zeigt sich der Strich wenig entwickelt, dagegen sehr schöne chlorophyllartige Färbung des ganzen Nährbodens.

Auf Eiweiss gelbgrüne Färbung der ganzen Oberfläche auch an Stellen, wo keine Pilzmassen, Beweis dafür, dass der Farbstoff ein Stoffwechselprodukt und durch Diffusion sich weiter ausbreitet.

Unbewegliche, an den Enden etwas abgerundete Stäbchen, 1,8  $\mu$  lang und 1  $\mu$  breit.

*Bacterium d.* Anfänglich helle, flache, später grünliche Farbe annehmende Kolonien, bei schwacher Vergrößerung in der Tiefe

dunkel gefärbt, unregelmässig rund. Oberfläche hellbraunes Centrum, umgeben von einer hellen fein granulirten Schicht, die von einer mit haarförmigen Ausläufern versehenen etwas dunkleren Zone umrandet ist.

Stichkultur in Gelatine zeigt rasche Verflüssigung gleichmässig längs des ganzen Impfstichs und bekommt nach einiger Zeit grünliche Färbung.

Eiweiss zeigt hellgrünen punktförmigen Belag.

Äusserst lebhaft bewegliche Bacillen, abgerundet  $2,0 \mu$  lang und etwa  $0,6 \mu$  dick.

*Bacterium e* bildet auf der Platte langsam verflüssigende Kolonien, trichterförmig, mit hellem Hof und am Boden des Trichters liegendem gelben Punkt. Bei schwacher Vergrösserung erscheint die Mitte goldgelb mit schwarzem Rande, von einer hellen runden fein granulirten Zone umschlossen.

Stichkultur, trichterförmig verflüssigt, ist im durchfallenden Lichte schön gelbgrün, im auffallenden dunkelgrün gefärbt.

Lebhaft bewegliche dicke Bacillen, etwa  $1,7 \mu$  lang,  $0,8 \mu$  breit, häufig 2 und 3 zusammenhängend.

*Bacterium f*. In der Tiefe unregelmässige braunschwarze Klumpen, oberfl. runde, peripher schleierartige, in der Mitte eine unregelmässig geformte graubraune Masse enthaltende Kolonien.

Stichkulturen werden sehr rasch verflüssigt, zeigen im durchfallenden Licht hellgrüne, im auffallenden schmutziggrüne Farbe.

Unbewegliche Bacillen,  $1,5 \mu$  lang und  $0,5 \mu$  breit.

*Bacterium g* verflüssigt sehr langsam. In der Tiefe wetzsteinförmige braune Kolonien, oberflächlich dasselbe als Mittelpunkt mit unregelmässigem fein granulirtem hellem Hof.

In Stichkulturen verflüssigt er schalenförmig, langsam und erteilt dabei der noch nicht verflüssigten Gelatine einen grünlich fluorescirenden Farbenton.

Unbewegliche Bacillen  $1,5 \mu$  lang,  $0,5 \mu$  breit.

Die *Bacterien b-f* incl. zeigen sich ausserdem noch dadurch aus, dass bei ihrem Wachstum auf Gelatine riechende Gase verschiedener Qualität entstehen. Im Wasser des Vollrathsbachs fast immer vertreten, waren sie auch in der Leitung nicht selten.

An diese schliesst sich an das zwar seltene aber um so augenfälligere

*Bacterium h*, ausgezeichnet durch die Bildung eines prachtvollen roten Farbstoffes. Er wurde 4 mal im Wasser des Vollrathsbachs, 1 mal im Eis und 1 mal im Leitungswasser gefunden, jedesmal bloss in einzelnen Exemplaren. Er bildet auf der Gelatine-Platte in der Tiefe

braune, wetzsteinförmige Kolonien, während die oberflächlichen Kolonien sich rasch ausbreiten, im Ganzen fein granuliert und von einer innen hellen, aussen grauen Randzone umgeben sind. Am zweiten Tage beginnt die Bildung des rosaroten Farbstoffs, der sich zuerst in den centralen Teilen in Klümpchen absetzt. Auf Agar-Agar-Platten verhalten sich die tiefliegenden Kolonien ebenso wie auf Gelatine, während die oberflächlichen die Granulierung noch hübscher zeigen, [nach der Peripherie zu farblos werdend, ermangeln sie einer scharfen Umrandung. Der auftretende Farbstoff ist hier mehr braunrot.

In Stichkulturen in Gelatine tritt unter rauher trichterförmiger Verflüssigung Gasbildung auf, die die nicht verflüssigte Gelatine durchdringend hier Gasperlen hervorruft, welche in der Kultur oft in einer Zahl von 25—30 vorhanden, ihr prachtvolles Aussehen verleihen. Mit zunehmender Verflüssigung verschwindet natürlich diese Erscheinung, dagegen tritt jetzt die Bildung eines intensiv roten Farbstoffs auf, der sich in einzelnen Klümpchen zuerst an der Oberfläche an den Rändern absetzt. Der gebildete Farbstoff senkt sich später zu Boden, sodass dort eine dunkelrote Schicht entsteht, während die ganze verflüssigte Gelatine hellrot gefärbt ist.

In Stichkulturen auf Agar-Agar bildet sich auf der Oberfläche eine  $\frac{1}{6}$  cm dicke gelblichrote Farbstoffauflagerung, der Stich ist weiss und gut entwickelt. In Stichkulturen auf Agar zeigt sich derselbe Farbstoffbelag mit buchtigen Rändern. Auf Kartoffel zeigt er punktförmiges Wachstum, die Punkte fließen zusammen und bedecken die ganze Oberfläche. Die Farbe ist anfangs ziegel-, später dunkelrot mit ähnlich schimmerndem Häutchen wie *Micrococc. prodigiosus*, jedoch ohne Geruch nach Trimethylamin. Auf Eiweiss starke Entwicklung eines purpurroten Belags. Auf saurer Gelatine bedeutend langsames Wachstum, breit von oben nach der Tiefe fortschreitend ohne Gasbildung mit kirschroter Nuance des Farbstoffs.

Der Farbstoff lässt sich mit Chloroform und Aether (durch dieses wird er braungelb verfärbt), noch besser mit Alkohol ausziehen. Eine Abscheidung in Kristallen konnte nicht erzielt werden.

Die mikroskopische Untersuchung ergibt einen unbeweglichen stark abgerundeten Bacillus von etwa  $1,7 \mu$  Länge und  $0,8 \mu$  Breite. Er ist Aerob, unter Luftabschluss tritt nur eine leichte Trübung der Gelatine ein, das Wachstum geht eben nur so weit als der in der Gelatine absorbierte Sauerstoff reicht.

Vergleichende Untersuchungen mit den ähnlich sich verhaltenden Bacterien, — *Micrococc. prodig.*, *Bacillus ruber indicus* (Koch), Roter Bacillus (Eisenberg bacteriol. Diagnostik 1888, Seite 9), *Bacillus ruber*

Plymouth (B. Fischer)\* — haben die Nichtidentität desselben mit den angeführten Arten ergeben.

Unter den verflüssigenden Bacterien sind noch bemerkenswert diejenigen, die sich auszeichnen durch die Neigung Verbände zu bilden und die einzelnen Bacillen in langen Fäden aneinander zu reihen. Ziemlich häufig wurde beobachtet das

**Bacterium i.** Es bildet in der Tiefe dunkelgrüne, fein granulirte, oberflächlich weissliche Kolonien mit dunklerem Centrum, von dem aus sich Radien dunkler gefärbt an den Rand erstrecken. Bei schwacher Vergrösserung erscheint der Rand braunschwarz, aus einem Filzwerk von Fäden bestehend. Die Radien und das Centrum besteht aus dichten braunschwarzen Flocken, während der übrige Teil braunweiss mëlirt erscheint. Es ist deutliche Bewegung zu erkennen, die sich manifestirt durch das Auftauchen und wieder Verschwinden der die Mëlirung bedingenden braunen Punkte.

Stichkultur wird längs des Stichkanals ziemlich gleichmässig verflüssigt mit braunem Sediment.

Im hängenden Tropfen ist die Bewegung der oft 6—8 Bacillen umfassenden Verbände langsam, schlangenartig, rascher die der einzelnen Stäbchen. Die Bacillen sind etwa  $2,5 \mu$  lang und  $0,8 \mu$  dick.

**Bacterium k.** Neben dem relativ oft vorkommenden in Flüggés Handbuch als *Bacillus mycoides*, wurzelförmiger Erdebacillus, aufgeführten Bacterium wurde öfters ein Microorganismus beobachtet, der mit dem genannten Erdebacillus grosse Ähnlichkeit besitzt. Er bildet auf der Platte runde sternförmige, manchmal auch mehr wurzelförmige Kolonien von weisser Farbe, bei schwacher Vergrösserung stellt sich das Ganze als ein Netzwerk von Fäden dar, die auch zu grösseren Bündeln vereinigt sind. Die Fäden erstrecken sich weiter in die Gelatine als die Verflüssigung reicht. Es tritt bald Sporenbildung auf. Die Fäden bestehen aus einzelnen Bacillen von  $1,2 \mu$  Breite und etwa  $2,5 \mu$  Länge, sie sind nicht beweglich. In Stichkulturen in Gelatine treten, vom Stichkanal ausgehend, 2—3 stechapfelförmige weissliche Pilzconglomerate auf, die mit zunehmender Verflüssigung verschwinden. Die Oberfläche ist sternförmig angeordnet. Auf Agar-Agar starke netzförmige Verzweigungen.

**Bacterium l.** Ovale, rundliche Kolonien bildend, bei denen sich die Verflüssigung weiter erstreckt als das Pilzwachstum reicht. Bei schwacher Vergrösserung erscheint das Ganze wie aus knorrigen Baumwurzeln zusammengesetzt, gelb gefärbt und dazwischen liegend

\*) Zeitschrift für Hygiene Bd. 2 1887 S. 74.

hellere Verzweigungen. Die Verschlingung der Fäden ist eine ausserordentlich innige.

Die Fäden setzen sich aus Bacillen zusammen von 2,0—2,5  $\mu$  Länge und 0,5  $\mu$  Breite.

Stichkultur wird langsam verflüssigt, Gelatine gelb gefärbt, vom Stichkanal ausgehend setzen sich kurze Wurzeln an die nicht verflüssigte Gelatine fort.

## II. Verflüssigende Coccen.

Im Gegensatze zu den reichlich vertretenen verflüssigenden Bacterien in Stäbchenform ist auffallend das fast vollständige Fehlen verflüssigender Coccen in dem untersuchten Wasser. Es wurde hier nur eine noch dazu ausserordentlich langsam verflüssigende Art beobachtet.

*Bacterium m.* bildet auf der Platte punktförmige Kolonien von der Farbe hellroten Siegellacks. Sie erscheinen bei schwacher Vergrösserung scharfrund ohne Differenzirung, die tiefliegenden kleiner und dunkler von Farbe. Auf der Platte ist von einer Verflüssigung kaum etwas zu sehen.

In Stichkulturen bildet sich auf der Oberfläche eine über linsen-grosse Kolonie, die im Verlaufe eines Monats etwa bis zur Hälfte des Stichkanals durch Verflüssigung hinabsinkt, während ein grosser Teil der Flüssigkeit verdunstet. Ausgeprägter ist die Verflüssigung in Strichkulturen, wo sich anfänglich der Impfstrich breit mit hübscher roter Färbung entwickelt und dann nach Verflüssigung der anliegenden Gelatine als rote Masse den Boden einnimmt. Langsam wird der Rest der Gelatine verflüssigt, die ungefärbt bleibt.

Mittelgrosse Micrococcen, sehr dicht in Zoogloea beisammenliegend.

## B. Nicht verflüssigende Bacterien.

Diese machen weitaus den grössten Teil der sich vorfindenden Bacterien aus. Die Untersuchung ist hier besonders bei den Coccen um ein erhebliches schwieriger als bei den verflüssigenden Formen. Das Wachstum auf der Platte ist häufig sehr ähnlich, am besten charakterisiren sie sich in Stich- und Strichkulturen, abgesehen von morphologischen Verschiedenheiten.

*Bacterium n.* Regelmässig und häufig vorkommend zeigt es auf der Platte punktförmige, scharfrunde etwas gelblich gefärbte Kolonien ohne Zeichnung. Die oberflächlichen Kolonien sind aussen weiss mit buchtiger, lappiger Begrenzung, innen gelblich, manche mit excentrischer, knopfförmiger Erhebung. Durch Furchen und Linien werden die Kolonien in unregelmässige Felder geteilt. Platten mit Reinkulturen zeigen bei seitlicher Betrachtung einen bläulichen Schimmer.

In StICKkulturen findet sich längs des StICKkanals Abscheidung von gelben Kristalldrüsen, Oberfläche anfangs gelappt bläulichweiss, erreicht bald den Rand des Glases. In Strichkulturen entwickelt sich ein stark gelappter, trockner Impfstrich von weissgrüner Farbe.

Auf Kartoffeln anfangs heller, später nussbrauner Belag.

Lebhaft bewegliche Bacillen von 1,6—2,0  $\mu$  Länge und 0,5  $\mu$  Breite. Sporen häufig in 8 Formen mit dunkler Färbung. Er scheint mit dem von M. Bolton beobachteten, in Flüggé's Handbuch als *Bacillus erythroporus* aufgeführten *Bacterium* identisch zu sein.

*Bacterium o.* Erteilt ebenfalls der Platte bläulichen Schimmer und verhält sich in der Tiefe ähnlich wie das vorige, jedoch sind die Kolonien dunkler gefärbt und fein granuliert. Auf der Oberfläche sind sie rundlich mit hellem, bläulich schimmerndem Rande und gelbem, in der Nähe des Centrums intensivere Farbe gewinnendem, fein granuliertem Innern.

Auf StICH- und Strichkulturen bildet sich ein nicht sehr stark wachsender grauweisser, fettig glänzender Belag aus. Intensiv grüne Fluorescenz.

Auf Kartoffel gelber Belag.

Stark bewegliche, dicke Stäbchen, etwa 1  $\mu$  lang, 0,7  $\mu$  breit.

*Bacterium p.* In der Tiefe braune, runde Punkte ohne Zeichnung. An der Oberfläche unregelmässig umrandet, häufig gelappt wie *Bacterium n.*, von grauweisser Farbe.

StICKkulturen zeigen eine mit buchtigem hellen Rande versehene Oberfläche, die central eine ockergelbe, stark glänzende Masse von rahmiger Konsistenz enthält. Strichkulturen zeigen ockergelben, glänzenden Belag, der sich später am Boden des Glases ansammelt, ebenso Kartoffel.

Lebhaft bewegliche, 1,5—2,0  $\mu$  lange, 0,6  $\mu$  breite, eckige Stäbchen.

*Bacterium q.* In der Tiefe runde, hellbraune Kolonien, oberflächlich rundlich, gelbweiss ohne Besonderheiten.

Die Stiehkultur zeigt eine gelappte, nicht die Grösse des vorigen erreichende Oberfläche, im Centrum gelb gefärbt. Striehkulturen sind ebenfalls gelb am Rande gezähmelt und feuchtglänzend.

Bewegliche Bacillen von 1,5  $\mu$  Länge, 0,5  $\mu$  Breite.

Bacterium r. bildet in der Tiefe runde hellgelb bis braun gefärbte, scharf contourirte Kolonien, oberflächlich am Rande durchsichtige, rundliche, in der Mitte gelblich gefärbte Kolonien.

Stiehkulturen und Striehkulturen ähneln den vorigen sehr, haben jedoch nicht gelbe, sondern hellgrüne Oberflächen.

Bewegliche Bacillen von etwa 1,8  $\mu$  Länge und 0,6  $\mu$  Breite.

Eine ähnliche Erscheinung bieten die folgenden Bacterien dar, die das Nährsubstrat gelbbraun bis tief dunkelbraun färben.

Bacterium s. bildet in der Tiefe kreisrunde, fein granulirte, strohgelb gefärbte Kolonien. Die oberflächlichen zeigen ebenfalls Granulirung, unregelmässigen Rand, grauweisse Farbe und knopf-förmige, goldgelb gefärbte centrale Erhebung. Der Stiehkanal ist kaum entwickelt, die Oberfläche ist glänzend, bräunlich und zieht die Gelatine vom Rande los in sich zusammen. Bis einen cm tief dunkle braunrote Färbung. Der Impfstrich entwickelt sich gut, weissgrau und stellt eine tief unter dem Niveau der total braun gefärbten Gelatine liegenden Rinne dar.

Feine Stäbchen an den Enden abgerundet, ca. 1,5  $\mu$  lang, 0,5  $\mu$  breit.

Bacterium t. Kreisrunde Kolonien in der Tiefe von grauer Farbe mit eingestreuten schwarzen Punkten, die häufig zu Figuren geordnet sind. Die oberflächlichen sehen wie kleine aufgefallene Wassertropfchen aus, die bei schwacher Vergrösserung fast durchsichtig, weit ausgebreitet mit buchtigen Rändern versehen sind, mehr oder weniger schwarze Punkte eingestreut zeigen und meist excentrisch liegend einen kleinen gelb gefärbten Knopf besitzen.

In Stiehkulturen entwickelt sich eine weisse, glänzende Oberfläche, schwache Färbung der Gelatine.

Impfstrich ist breit glänzend, bläulich schimmernd. Gelatine braun mit Kristalldrüsen durchsetzt.

Nicht bewegliche schlanke Bacillen 1,2  $\mu$  lang, etwa 0,5  $\mu$  breit.

Bacterium u. Kleine Punkte bildend, die bei mikroskopischer Betrachtung in Farbe, Form und Grösse Linsen gleichend, häufig geldrollenartig zusammenliegen, an Oberfläche und in der Tiefe gleich.

Stiehkultur graue Oberfläche rundlich. Striehkultur zeigt weissgrauen, prominirenden, scharf abgesetzten Impfstrich mit centraler feingekörnter Furche und starker Braunfärbung der Gelatine.

Unbewegliche Bacillen, den vorigen ähnlich.

## II. Nicht verflüssigende Coccen.

Sie bilden die Mehrzahl der auf den Wasserplatten sich vorfindenden Kolonien.

*Bacterium v.* Es bildet sehr häufig die Hälfte aller im Wasser enthaltenen Keime. Die tiefliegenden Keime sind rund, granuliert gelblich, die oberflächlichen rund oder oval, innen hellgelb, nach aussen abgeblaut, häufig mit excentrisch gelegnem Knopf, granuliert.

In Stiehkulturen ovale, bläulich schimmernde Oberfläche, in der Mitte weiss und hier eine punktförmige Erhebung. Striehkulturen sind prominierend, glänzend, grauweiss, nicht regelmässig glatt, sonderu punktförmige Erhebungen zeigend, centrale Furchung mit massenhafter Kristallausscheidung.

Coccen, nicht sehr dicht beisammenliegend, etwa  $0,6 \mu$  im Durchm.

*Bacterium w.* Kleine runde, fein granulirte Kolonien in der Tiefe, die oberflächlichen durchsichtigen hellen Rand und gelbbraunes Innere besitzend mit gelbem centralem Knopf, der manchmal durch einfache stärkere Pigmentirung vertreten ist, feine Granulirung.

In der Stiehkultur bildet sich eine rötlichgelbe, kleeblattförmige fettig glänzende Oberfläche. Impfstich praehtvoll goldgelb gefärbt im Niveau der Gelatine Rand gezähntelt, feine Längsstreifung-

Coccen, dicht in Zoogloea von etwa  $0,4$  Durchmesser.

*Bacterium x.* In der Tiefe und auf der Oberfläche runde scharf begrenzte Kolonien von grünlich schwarzer Farbe ohne Zeichnung.

Stiehkultur erscheint oberflächlich gelb gefärbt, central eingezogen mit stark gezaektem Rande. Striehkultur der vorigen gleich, bloss mit starker Kristallausscheidung.

Coccen, sehr stark lichtbrechend, mindestens doppelt so gros als die vorigen.

*Bacterium y.* Weisse runde Punkte bei Besichtigung mit blossem Auge. Bei schwacher Vergrösserung in der Tiefe dunkelgrüne runde, nicht gezeichnete Kolonien. Die oberflächlichen Kolonien von rehbrauner Farbe und unregelmässigem Contour sind fein granuliert und besitzt meist excentrisch durch stärkere Bacterienanhäufung bedingt einen dunkler gefärbten Punkt.

Die Oberfläche der Stiehkultur ist muschelförmig, glänzendweiss mit gezähnteltem Rand. Strich platt im Niveau der Gelatine von der Farbe des Bleiweiss mit Kristalldrusen.

Kleine Micrococcen, sehr dicht in Zoogloea zusammengeballt, höchstens  $0,4 \mu$  im Durchmesser. Ziemlich häufig wurde auch da *Bacterium Zopfis* beobachtet. *Micrococcus aquatilis* wurde nicht angetroffen.

*Bacterium z.* Wie erwähnt, führten Injektionen von Wasser aus dem Vollrathsbache in die Bauchhöhle von Mäusen zur Auffindung eines für dieselben pathogenen Mikroorganismus. Es ist ein stark abgerundeter nicht beweglicher Bacillus, der sich meist nur an den Enden färbt, etwa  $0,7 \mu$  dick und  $1,5-2,5 \mu$  lang. Er ist fakultativer Anaerob, unter Luftabschluss entwickelt er sich zu weissgelben, mohnkorn grossen Kolonien. Die Kultur gelingt leicht auf den gewöhnlichen Nährmedien, am ausgiebigsten auf Agar-Agar. In Stiehkulturen auf Gelatine bildet er eine langsam wachsende, erhabene weissbläuliche rundliche Oberfläche, die von fettigem Glanz und geringer Konsistenz  $\frac{1}{2}$  cm im Durchmesser nicht überschreitet. Der Impfstich besteht aus einzelnen weissgelben Körnchen. Strichkulturen auf Gelatine verhalten sich ähnlich der Oberfläche im Stieh, auf Agar-Agar entwickelt sich der Impfstrich breit, glänzend mit buchtigem Rande, auf sehräg erstarrtem Blutverum tritt leichte Körnung des Striches ein. Nähr-Bouillon zeigt weisse Trübung. Auf Platten in Gelatine wächst er ausserst langsam, nach 24 Stunden sind mikroskopisch stark glänzende, gelbe, fein granulirte, scharfrunde, Kolonien zu beobachten, die nach etwa 48 Stunden dem blossen Auge sichtbar werdend in der Tiefe das eben beschriebene Aussehen beibehalten, während oberflächlich sich helle rundliche, fein granulirte, Kolonien mit sehr geringem Flächenwachstum ausbilden, das einen mm Durchmesser kaum überschreitet. In der Nähe der Kolonien findet Ausscheidung bündelförmiger Kristalle statt.

Als Versuchsmaterial wurden 4 weisse Mäuse, 2 graue Hausmäuse, 2 Kaninchen, 2 Meerschweinchen und eine Taube benutzt. Als Impfmaterial dienten frisch hergestellte Aufschwemmungen in Bouillon. Die Impftechnik war die gewöhnlich geübte.

Nach Injektion von  $\frac{1}{5}$  cem Bouillon in die Bauchhöhle von Mäusen erfolgt der Tod in etwas weniger als 2 Tagen, nach subcutaner Impfung an der Schwanzwurzel durchschnittlich in 60–65 Stunden. Die Tiere sind am ersten Tage wie sonst munter, am zweiten Tage werden sie apathisch und reagiren schwer auf äussere Reize, die Hausmäuse werden struppig. Krämpfe werden nicht beobachtet, bei einer Maus fand sich eine Parese der hinteren Extremitäten, dieselben wurden weit abgestreckt und zeigte sich auf Stiche träge Reaktion und langsame Anziehung der Extremitäten an den Körper, um sie bald in die alte Stellung zurückgleiten zu lassen. Nach dem Tode liegen die Mäuse auf der Seite und scheinen stark um die Querachse gekrümmt.

Die Sektion ergiebt ausser geringer Milzschwellung als regelmässigen Befund stark gallige Imbibition fast des ganzen Dünndarms

und geringe Mengen seröser Flüssigkeit in der Bauchhöhle, Brusthöhle ohne Exsudat, Lungen sich gut retrahierend. Das Exsudat in der Bauchhöhle fand sich sowohl bei den 2 intraperitoneal als bei den 4 subcutan geimpften Mäusen und ergab Kultur und mikroskopische Untersuchung die massenhafte Anwesenheit der erwarteten Bacillen. Die Impfstelle war blutig imbibirt ohne Oedem oder Eiter. Die mikroskopische und bacteriologische Untersuchung ergab im Blute nicht sehr reichliche, in Milz, Leber und Nieren grosse Mengen von Bacillen, ebenso enthielt der Dünndarm stets solche in grösserer oder geringerer Anzahl.

Der Versuch, durch Fütterung eine Maus zu infiziren, hatte trotz Neutralisation des Magensaftes mit  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  während einer Dauer des Versuchs von 8 Tagen keinen Erfolg.

Ebenso waren Injektionen eines cem sterilisirten Bouillonkultur unschädlich, die Annahme einer toxischen Wirkung ist also ausgeschlossen.

Abgesehen von den Mäusen zeigten sich sämtliche Versuchstiere sowohl bei subcutaner Application als auch bei Injektionen des Impfstoffes in die Bauchhöhle refractär. Ein Kaninchen, dem  $\frac{3}{4}$  cem Bouillon in die Bauchhöhle injicirt war, erweckte zwar durch sein Verhalten den Verdacht, dass es erkrankt sei, es erholte sich jedoch bald wieder. Auf Meerschweinchen und Taube hatten die Impfungen gar keinen Einfluss.

Morphologische, tinctorielle und in den Kulturen auftretende Eigentümlichkeiten erinnern stark an die Bacillen der Gaffky'schen Kaninchenseptikämie, der einzigen bisher häufiger und zuerst im Wasser gefundenen pathogenen Bacterien. Neuerdings hat Hueppe die Ansicht aufgestellt, dass den bisher als selbständige differente Krankheitsspezies aufgefassten Infektionsprozessen der Kaninchenseptikämie der Löffler-Schütz'schen Schweineseuche, der Kitt'schen Wildseuche und Pasteur's Geflügelcholera die Invasion eines und desselben Bacteriums zu Grunde liegt und dass die bezüglich der Infeksiosität der einzelnen Tierspezies bestehenden Differenzen durch jeweilige Schwankungen in der Virulenz des Infektionserregers zu erklären sind. Es wäre hiernach die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass das hier vorliegende pathogene Mikrobion mit dem der oben erwähnten Infektionskrankheiten identisch ist. Freilich sprechen seine konstante bedeutendere Grösse, die vorhandenen Unterschiede in der Kultur und das Verhalten den Tieren gegenüber dagegen.

Über das Verhältnis der durch die verschiedenen Arten gebildeten Kolonien lässt sich folgendes sagen: Die verflüssigenden Formen waren fast immer vertreten und machten bis zu 20 %, wie sich aus der Tabelle ergibt, bei einzelnen Untersuchungen aus. Daher kommt auch die relativ grosse Anzahl der durch Zerfliessen für die Zählung untauglich gewordenen Platten.

Unter den nicht verflüssigenden Kolonien überwiegen bei weitem die Coccen, indem oft eine Art durch ihre massenhafte Anwesenheit über die Hälfte der übrigen Kolonien ausmacht. Die Bacillen, durch mehr Arten repräsentirt, erreichen gewöhnlich nicht die Anzahl der Coccenkolonien.

Die kurze Dauer der angestellten Untersuchungen gestattet nicht, weitere Schlüsse zu ziehen. Den Wert der bacteriologischen Wasseruntersuchung und ihre praktische Verwendbarkeit glaube ich durch vorliegende Arbeit dargethan und an dem recht eklatanten Beispiele des Kieler Trinkwassers erläutert zu haben. Ich kann nicht umhin, zum Schlusse noch einmal eindringlich auf den Hauptgrundsatz bei jeder Wasserversorgung hinzuweisen, das Wasser unter allen Umständen vor dem Zutritt jeglicher Verunreinigung zu schützen und damit dem Hineingelangen von Infektionskeimen mit Sicherheit vorzubeugen, eine Aufgabe, die der Technik durch gute Konstruktion und zuverlässige Abschliessung der Brunnen gelingen muss. Dann wird man ruhig, wenn gleichzeitig durch regelmässige bacteriologische Untersuchung die Wirksamkeit der Massregeln kontrollirt wird, sich selbst bei herrschenden Epidemien des Genusses eines »guten« Trinkwassers erfreuen können.

Vorliegende Arbeit wurde im bacteriologischen Laboratorium des Kais. Marine-Stabsarztes und Privatdocenten Herrn Dr. B. Fischer ausgeführt. Es sei mir gestattet, ihm, meinem verehrten Lehrer auf dem Gebiete der Bacteriologie für die bei Ausführung der Arbeit gewährte Anleitung und Unterstützung meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

## Verzeichnis der benutzten Litteratur.

- Wolffhügel, Wasserversorgung. Handbuch der Hygiene etc. von Pettenkofer und Ziemssen. 1882.
- Plagge und Proskauer, Bericht über die Untersuchung des Berliner Leitungswassers. Zeitschrift für Hygiene. 1887. 2 Bd. S. 401.
- Baumgarten, Jahresbericht über die Fortschritte in der Lehre von den Mikroorganismen. 1886.
- Bolton, Über das Verhalten verschiedener Bacterienarten im Trinkwasser. Zeitschrift für Hygiene. 1886. Bd. 1. S. 76.
- Fränkel, Über den Bacteriengehalt des Eises. Zeitschrift für Hygiene. 1886. Bd. 1. S. 302.
- Hueppe, Die hygienische Beurteilung des Trinkwassers vom biologischen Standpunkte. Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung. 1887.

## Thesen.

---

1. Die Diagnose der Cholera kann mit Sicherheit nur durch bacteriologische Untersuchung gestellt werden.

2. In vielen Fällen von Lungen-Tuberkulose ist die Behandlung mit Kreosot zu versuchen.

3. Digitalis ist bei Herzkrankheiten durch neuere Mittel nicht entbehrlich geworden.

## Vita.

Ich, **Jacob Breunig**, wurde geboren am 24. Oktober 1864 als Sohn des verstorbenen Rentiers J. Breunig zu Dettelbach a. M., Baiern, katholischer Konfession, besuchte vom Herbste 1874 bis August 1882 das Gymnasium zu Würzburg und widmete mich dem Studium der Medicin an den Universitäten Würzburg, Berlin und München. Am 23. Juli 1884 bestand ich zu Würzburg die ärztliche Vorprüfung, am 16. März 1887 zu München die Approbationsprüfung, das Examen rigorosum am 28. Juli 1887 zu Kiel. Die erste Hälfte meiner Militärdienstzeit absolvirte ich vom 1. April bis 1. Oktober 1883 zu Würzburg beim 9. baier. Infanterie-Regiment. Als einjährig-freiwilliger Arzt diente ich bei der I. Kaiserlichen Matrosen-Division zu Kiel.

10747

1870

5

10001