

Mittheilungen aus dem chemischen Laboratorium des Prof. Dr. R. Fresenius zu Wiesbaden.

Bakteriologische Untersuchung der wichtigsten Quellen der städtischen Wasserleitung Wiesbadens, sowie einer Anzahl Mineralquellen zu Schlangenbad, Schwalbach, Soden i. T. und Bad Weilbach.

Ein Beitrag zur bakteriologischen Untersuchung
natürlicher Gewässer

von

Robert Freiherr von Malapert-Neufville.

Die Thatsache, dass in den meisten natürlichen Gewässern Bakterien angetroffen werden, verbunden mit dem wichtigen Einfluss, welchen nach den neuesten Forschungen gerade diese Mikroorganismen auf sehr viele Vorgänge ausüben — ich erinnere unter Anderem an die Mitwirkung der Bakterien bei anorganischen Vorgängen, Ueberführung von Ammoniak in salpetrige Säure und Salpetersäure, Oxydation von Kohlenstoffverbindungen zu Kohlensäure, Reduction von Sulfaten zu Schwefelwasserstoff, an die von Bakterien veranlassten Hydratationen, Gährungs- und Fäulnisserscheinungen, die Erzeugung von Farbstoffen (Pigmenten) und schliesslich an die krankheitserregenden Eigenschaften vieler dieser Mikroorganismen — bedingen die Nothwendigkeit, bei der Untersuchung des Wassers gerade dem bakteriologischen Theil der Untersuchung ein Hauptaugenmerk zuzuwenden.

Da es in der Regel der Chemiker ist, welcher mit der Untersuchung von Wasser betraut wird, so erwächst diesem die Pflicht, sich sowohl mit den allgemeinen Methoden der Bakterienforschung, als auch mit den speciellen bakteriologischen Untersuchungsmethoden des Wassers auf das gründlichste bekannt zu machen.

Der Verfasser dieses hatte das Glück, als Assistent im Laboratorium des Herrn Geh. Hofraths Professor Dr. R. Fresenius unter Leitung des Herrn Dr. F. Hueppe an der Untersuchung sehr vieler, aus verschiedenen Theilen Deutschlands stammender Wasser Theil nehmen zu können und so die Methoden und Ziele der Untersuchungen, sowie eine grosse Anzahl im Wasser vorkommender Bakterien kennen zu lernen.

Um eine noch gründlichere Kenntniss in dieser Hinsicht zu erlangen, namentlich auch um festzustellen:

- 1) wie weit reine Quellwasser, die ganz sicher gegen den Einfluss von Atmosphärien, Tagewasser, Humusbestandtheilen und Abgängen pflanzlicher und thierischer Art geschützt sind, von Bakterien bewohnt werden,
- 2) in welcher Anzahl Bakterien in solchem Wasser vorkommen, welcher Art dieselben sind, und hauptsächlich auch, ob Bakterien, welche als krankheitserregend bekannt sind, in natürlichen Gewässern angetroffen werden, und
- 3) welche Wirkungen die Lebensthätigkeit aus Wasser stammender Bakterien auf Substrate ausübt, um danach ein Urtheil über das Wasser im Hinblick auf gesundheitsgemässe Beschaffenheit und sonstige Verwendbarkeit gewinnen zu können,

unternahm ich die weitere Untersuchung mehrerer natürlicher süsser Quellwasser und — auf Vorschlag des Herrn Geh. Hofraths Professor Dr. Fresenius — einiger Mineralquellen.

Letztere bieten allerdings insofern ein treffliches Material, da die chemische und physikalische Zusammensetzung desselben auf das sorgfältigste und eingehendste festgestellt worden, auch der Ursprung der Wasser bekannt ist.

Die Untersuchung hat sich zunächst erstreckt:

- 1) auf die Quellen, aus welchen die städtische Wasserleitung Wiesbadens gespeist wird,
- 2) auf dasselbe Wasser, nachdem es gemischt und dem Sammelbehälter zugeführt worden ist,
- 3) auf dasselbe Wasser, wie es in der Stadt consumirt wird.

Ferner wurden von Mineralquellen untersucht:

- | | |
|--|-------------------|
| 4) die Schlangenquelle, Quellen-Reservoir und Trinkquelle, | } zu Schlangenbad |
| 5) die mittlere Quelle des oberen Curhauses, | |
| 6) die Marienquelle, | |
| 7) die Stollen- oder Schachtquelle, | |
| 8) die Römerbäder, | } zu Schwalbach |
| 9) der Paulinenbrunnen, | |
| 10) « Weinbrunnen, | |
| 11) « Stahlbrunnen, | |

- | | | |
|-----------------------------|---|---------------------|
| 12) die Schwefelquelle, | } | zu Bad Weilbach |
| 13) « Natron-Lithionquelle, | | |
| 14) der Wilhelmsbrunnen, | } | zu Soden im Taunus. |
| 15) « Schwefelbrunnen, | | |
| 16) « Wiesenbrunnen, | | |
| 17) « Soolbrunnen, | | |
| 18) « Warmbrunnen, | | |
| 19) « Milchbrunnen, | | |
| 20) « Champagnerbrunnen, | | |

In Nachstehendem gebe ich:

- I. Die Beschreibung der Methode, welche bei der Untersuchung befolgt worden ist,
- II. die Angabe der Anzahl und die morphologische Beschreibung der angetroffenen Bakterien
und
- III. die Schlussfolgerungen, welche aus den gewonnenen Daten der bakteriologischen Untersuchung zur Beurtheilung von Wasser gezogen werden können.

Die vorliegende Arbeit beansprucht nicht, als eine erschöpfende Untersuchung der vorgenannten Wasser in bakteriologischer Hinsicht gelten zu dürfen, denn dazu genügt keineswegs die einmalige Entnahme von Proben, sondern hat höchstens Werth als vorläufige Orientirung und als Studie über den behandelten Gegenstand.

I. Beschreibung der Methode, welche bei der bakteriologischen Untersuchung der oben erwähnten Wasser angewandt worden ist.

A. Entnahme der Proben.

Die Entnahme der Wasserproben geschah im Allgemeinen nach der von Hueppe*) gegebenen Vorschrift. Die zur Probenahme dienenden sterilisirten Fläschchen fassten etwa 25 cc. Von dem Wasser in Wiesbaden und Schlangenbad wurden von jeder Quelle ein solches Fläschchen, von den anderen Wassern zwei solcher Fläschchen gefüllt.

Die Probenahme aus der Tiefe des Sammelbehälters des Wasserwerks zu Wiesbaden geschah mittelst des von R. Fresenius**)

*) Hueppe, Die Methoden der Bakterienforschung, S. 164.

**) R. Fresenius, Anleitung zur quantitat. chem. Analyse 6. Auflage, Bd. II, S. 189.

für solche Zwecke construirten, vor dem Gebrauch sterilisirten Apparates.

Die Probenahmen geschahen stets persönlich; diejenige der Wasser Wiesbadens hatte Herr Dr. Hueppe die Güte zu leiten. Nach der Probenahme geschah der Transport der Proben so bald als möglich persönlich nach dem Laboratorium.

Bei dem Probenehmen wurde die Erfahrung gemacht, dass es sich zur Entnahme sehr gasreicher Wasser empfiehlt, starke, mit eingeriebenen Glasstöpseln versehene Glasflaschen zu nehmen, nach der Füllung die sterilisirte Kautschukkappe über den Stöpsel zu ziehen und dann noch mit Pergamentpapier zu überbinden. Anderenfalls wird leicht durch das frei werdende Gas Wasser aus der Flasche getrieben und es können Fehler entstehen.

B. Untersuchung der Wasserproben.

Die in das Laboratorium gebrachten Wasserproben wurden ungesäumt in Arbeit genommen. War dies an demselben Tage, an welchem die Entnahme der Probe stattgefunden hatte, nicht mehr möglich, so wurden die Proben bis zum folgenden Tag im Eisschrank verwahrt.

Jede Probe wurde direct mikroskopisch untersucht und bakteriologischen Culturversuchen*) unterworfen.

Die specielle Ausführung geschah wie folgt:

Zunächst wurde aus der gut durchgeschüttelten Probe sogleich nach dem Entfernen der Kautschukkappe und des Stöpsels mittelst einer zuvor sterilisirten Pipette ein Cubikcentimeter des Wassers entnommen und in zuerst aufgekochte, dann auf 30 bis 35° C. wieder abgekühlte 10procentige Nährgelatine fließen gelassen, welche sich in einem Proberröhrchen befand. Nährgelatine und Wasser wurden durch Schütteln gemischt; die Mischung sodann auf eine horizontal eingestellte, abgekühlte Glasplatte ausgegossen und mit einem sterilisirten Platindraht auf der Glasplatte gleichmässig vertheilt. Die Glasplatte, welche zuvor mit einer Glasglocke bedeckt gewesen war, wurde nach obiger Operation sogleich wieder mit der Glasglocke zugedeckt.

Als Nährgelatine diente eine Fleischextract-Pepton-Zucker-Gelatine.

*) Die bakteriologische Culturmethode ist im Allgemeinen die von Koch vorgeschlagene, von Hueppe in den „Methoden der Bakterienforschung“ p. 164 ff. beschriebene. Vergl. auch Becker, Reichsmedicinalkalender für 1884, Heft II.

Die Einrichtung zum Horizontalstellen und Abkühlen der Glasplatten besteht im Wesentlichen aus einer dicken, quadratischen Glasscheibe, welche auf einem mit Stellschrauben zur horizontalen Einstellung versehenen Stativ ruht. In der Mitte des Statives befindet sich ein Behälter zur Aufnahme von kaltem Wasser, von Eis, oder von einer Kältemischung.

Die Glasplatten, auf welchen die Cultur vorgenommen wurde, waren dem Objecttisch des Mikroskopes angepasst, etwa 14 *cm* lang, 12 *cm* breit. Ein Theil der Glasplatten war mit einer eingeritzten Eintheilung von Quadraten von etwa 1 *cm* Seitenlänge versehen. Diese Platten wurden so benutzt, dass die eingeritzte Eintheilung nach unten zu liegen kam. Auch wurden solche Glasplatten benutzt, welche mit einem, 1½ *cm* vom Rand entfernten, etwas erhöhten Emailrand versehen waren. Diese Vorrichtung verhindert die flüssige Gelatine daran, über den Rand hinweg zu laufen.

Wenn die Mischung von Gelatine und Wasser auf der Glasplatte so weit erstarrt war, dass beim vorsichtigen Hin- und Herbewegen eine Strömung nicht mehr bemerkt werden konnte, wurde die Glasplatte in eine feuchte Kammer gebracht und in dieser so lange sich selbst überlassen, bis man die Entwicklung der aus den Bakterien hervorgegangenen Colonien wahrnehmen konnte.

Das Erstarren der Gelatine-Mischung auf der Glasplatte trat bei mässig warmem Wetter nach einigen Minuten ein; an heissen Sommertagen dauerte es aber erheblich länger, welcher Umstand sich trotz Anwendung von Eis recht lästig machte.

Die feuchten Kammern bestehen aus einem etwa 25 *cm* im Durchmesser haltenden, starken Glasteller mit etwa 6 *cm* hohem, steilem Rand. In den Untersatz passt eine Glasglocke von entsprechenden Dimensionen.

Den Boden des Glasuntersatzes belegt man mit Fliesspapier, welches mit schwacher Quecksilberchloridlösung (1:1000) getränkt ist und stellt darauf Bänkchen von Glas zur Aufnahme der Culturplatten. Sämmtliche Theile der feuchten Kammer müssen selbstverständlich sterilisirt worden sein. Man kann in einer dieser grossen Glasglocken bequem 5 Culturplatten über einander aufstellen; doch ist es empfehlenswerther, nur eine, höchstens zwei Platten unterzubringen.

Waren zwei gesonderte Wasserproben genommen worden, so wurde von jeder Probe eine Platte gemacht. Es wurde dann auch zu jeder Probe eine besondere Pipette verwandt.

Die mit den Platten beschickten Glocken müssen, damit die Keime sich entwickeln können, dauernd einer Temperatur von mindestens 15° C. ausgesetzt werden. In den Sommermonaten, in welche die vorliegende Arbeit fiel, machte dies keine Schwierigkeit. Im Winter dagegen wäre auf künstliche Erwärmung, auch bei Nacht, Rücksicht zu nehmen.

Zur Controle wurden Platten von derselben Gelatine ohne Wasserzusatz dargestellt und unter gleichen Bedingungen, wie die mit dem zu untersuchenden Wasser beschickten, der Entwicklung überlassen.

Gleichzeitig mit der Anfertigung der zu den bakteriologischen Culturversuchen dienenden Platten wurden Wassertheilchen zur

directen mikroskopischen Untersuchung

entnommen. Es geschah dies, indem ich aus denselben Pipetten, mit welchen das Wasser zu den Culturversuchen entnommen worden war, einige Tropfen auf Deckgläschen brachte und im Exsiccator verdunsten liess. Diese Wasserpröbchen wurden zur Anfertigung gefärbter Deckglaspräparate verwandt. Andere Wasserpröbchen, wie die ersteren aus verschiedenen Stellen der Wasserprobe entnommen, wurden auf Objectträger gebracht, mit Deckgläschen bedeckt und direct mikroskopirt.

Zur mikroskopischen Beobachtung diente ein eigenes Instrument mit Trockensystemen bis über 1000fache Linearvergrößerung und einem homogenen Oel-Immersionssystem von $\frac{1}{12}$ engl. Zoll äquivalenter Brennweite von E. Leitz in Wetzlar. Zum Vergleiche wurden öfters die im Laboratorium vorhandenen Instrumente von Zeiss und Seibert benutzt.

Zur Beobachtung von Bakterien in lebendem Zustande wandte ich vorzugsweise das Trockensystem mit 6—800facher Vergrößerung an. Ich ziehe dasselbe für diesen Zweck den Immersionssystemen vor, weil bei letzteren, da Objectiv und Präparat, wenn auch nicht unmittelbar, so doch mittelbar durch die Immersionsflüssigkeit mit einander in Berührung stehen, beim Einstellen leicht Strömungen in der Flüssigkeit auf dem Objectträger hervorgerufen werden, welche die Beobachtung sehr erschweren.

Zur Feststellung von Dimensionen diente ein Ocularmikrometer, dessen Wirkungswerth mittelst eines in $\frac{1}{100}$ mm eingetheilten Objectiv-Mikrometers festgestellt worden war.

Das Licht wurde zur Beobachtung von Bakterien in lebendem Zustande so weit abgeblendet, dass das Gesichtsfeld als mässig dunkle

Fläche erschien. Die Bakterien konnten dann sehr gut als regelmässige, das Licht stark brechende, also sehr helle, mit dunkler Contour und äusserem mässig hellem Lichthof umgebene, theils bewegungslose, theils in lebhafter Bewegung begriffene Körperchen wahrgenommen werden.

Die speciell gemachten Beobachtungen werden unten mitgetheilt werden.

Die Präparate, welche zur Beobachtung der Bakterien in gefärbtem Zustande dienen sollten, wurden, nachdem sie im Exsiccator ganz trocken geworden waren, noch dreimal langsam durch eine Flamme gezogen und sodann in verschiedener Weise gefärbt. *)

Die mikroskopische Beobachtung der gefärbten Präparate erfolgte mittelst des Oel-Immersionssystems und bei voller Beleuchtung durch einen Condensor.

Es wurde versucht durch entsprechend modificirte Färbungen die im Wasser etwa im Zustande der endogenen oder Arthro-Sporen vorhandenen Keime neben vegetativen Formen zu erkennen. Doch wurde ein positives Resultat nach dieser Hinsicht nicht erreicht.

Bei der Beobachtung aus Wasser stammender Trockenpräparate macht sich ein Umstand in recht störender Weise bemerkbar, nämlich die beim Eintrocknen verbleibenden anorganischen Bestandtheile des Wassers. Haben dieselben grössere Krystalle gebildet, so sind diese leicht zu erkennen und können mit Mikroorganismen nicht verwechselt werden. Es bilden sich aber auch beim Eintrocknen streifige Ränder und ganz kleine Körperchen, an denen der Farbstoff ebenfalls anhaftet, welche wegen ihrer Verworrenheit, beziehungsweise Kleinheit, nicht aufschliessbar erscheinen, so dass man im Zweifel sich befindet, ob man Bakterien vor sich hat oder nicht.

Es wurden Versuche vorgenommen, den störenden Einfluss dieser anorganischen Stoffe durch nach dem Eintrocknen successive zur Einwirkung gelangende Agentien (verdünnte Lösung kohlensauren Alkalis zur Beseitigung der Kieselsäure — verdünnte Säure zur Auflösung der Carbonate, Sulfate u. s. w.) zu beseitigen, doch ohne den gewünschten Erfolg zu erzielen.

Es war ferner zu beachten, dass man keine Farblösungen anwendete, die selbst bakterienhaltig sind. Es kam bei älteren wässerigen Farblösungen nämlich vor, dass mit denselben, und zwar ohne weiteren Zu-

*) Hueppe, Bakterienforschung, S. 42 ff.

satz, Präparate erhalten wurden, welche Bakterien oder doch ähnliche Gebilde, die zu Verwechslung führen konnten, aufwiesen. Am zweckmässigsten erwies es sich, die Farbstoffe in concentrirter alkoholischer Auflösung vorrätzig zu halten und beim Gebrauch mit keimfreiem destillirtem Wasser so weit zu verdünnen, dass sich in einem Cubikcentimeter Wasser 1 Tropfen der concentrirten Farblösung befand.

Es wurde auch versucht, die im Wasser direct beobachteten Bakterien zu zählen.

Dies setzt voraus, dass die zum Präparat angewandte Wassermenge bekannt ist. Bei in dieser Beziehung vorgenommenen Versuchen wurden das einmal ganze Cubikcentimeter Wasser, das anderemal nur solche Theile eines Cubikcentimeters, welche etwa einem Tropfen entsprechen, angewandt.

Handelte es sich darum, ein Präparat aus einem ganzen Cubikcentimeter herzustellen, so wurde auf einen Objectträger zunächst ein auf einer Seite eben geschliffener, etwa 1,5 *cm* Durchmesser im Lichten haltender, 1,2 bis 1,5 *cm* hoher Glasring mit Canadabalsam aufgekittet, die Höhlung durch Einwirkung von Sublimatlösung, Alkohol und Aether sterilisirt, dieselbe, nachdem sie wieder trocken geworden war, mit dem zu untersuchenden Wasser beschickt und dieses im Exsiccator verdunstet. War das Wasser eingetrocknet, so wurde der Glasring durch vorsichtiges, gelindes Erwärmen vom Objectträger entfernt, das Präparat gefärbt und im Mikroskope betrachtet.

Sollte nur ein etwa einem Tropfen entsprechender Theil eines Cubikcentimeters beobachtet werden, so geschah die Abmessung mittelst einer Geissler'schen Bürette, oder, wenn es sich nur um annähernde Ermittlung handelte, durch Ausfliessenlassen eines Tropfens aus einer Pipette. Der Gesammtinhalt der Pipette an Tropfen wurde durch mehrere Versuche festgestellt. Als Mittel kann man annehmen, dass ein Tropfen von mässiger Grösse etwa $\frac{1}{25}$ *cc* beträgt. Die Präparate aus den kleinen Wassermengen wurden in analoger Weise, wie oben angegeben, dargestellt. Der Durchmesser eines aus einem Tropfen dargestellten Präparates betrug etwa 5 *mm*.

Das Zählen der Bakterien erfolgte nun in der Weise, dass entweder das ganze Präparat durchgezählt wurde, oder, wenn es sich um eine erhebliche Anzahl handelte, dadurch, dass man die Zahl der Bakterien in einem der Grösse nach bekannten Flächentheil des Präparates durch

das Mittel der Menge aus mehreren solcher Theile feststellte und auf die ganze Fläche berechnete.

Zur Erleichterung dieser Operationen dienten entweder mit feiner quadratischer Eintheilung versehene Objectträger oder es wurde die Grösse des Gesichtsfeldes ermittelt und hieraus die Gesamtmenge der Bakterien in einem Präparate annähernd berechnet.

Hatte sich z. B. der Durchmesser des Gesichtsfeldes zu 0,22 mm ergeben, waren

bei der Einstellung No. 1	.	.	20	Bakterien
< < < < 2	.	.	24	<
< < < < 3	.	.	21	<
< < < < 4	.	.	26	<
< < < < 5	.	.	18	<

im Mittel also 22 Bakterien im Gesichtsfelde gesehen worden, und betrug der Durchmesser des Präparates aus $\frac{1}{26}$ cc Wasser 7 mm, so ergab sich, vorausgesetzt dass die Bakterien nicht zu ungleichmässig im Präparat vertheilt waren, die Gesamtmenge der im Präparat vorhandenen Bakterien durch die Proportion

$$(0,22)^2 : 7^2 = 22 : x, \text{ woraus} \\ x = 22272 \text{ folgt.}$$

In einem ganzen Cubikcentimeter wären demnach noch 26 mal soviel Bakterien enthalten gewesen.

Es liegt auf der Hand, dass diese Methode, da sich Fehler enorm multipliciren, einen Anspruch auf grosse Genauigkeit nicht hat.

Aus den gegebenen Daten über Grösse des Präparates und des Gesichtsfeldes geht ferner hervor, dass man bei an Bakterien armem Wasser wenig Wahrscheinlichkeit hat, Bakterien im Gesichtsfelde zu sehen. Beträge der Gehalt an Bakterien eines Wassers im Cubikcentimeter z. B. 100, so wäre die Wahrscheinlichkeit des Sehens von Bakterien in einem Gesichtsfelde im Präparat aus $\frac{1}{25}$ cc Wasser nur $\frac{100 (0,22)^2}{25 \cdot 7^2} = \sim \frac{1}{250}$. Man müsste demnach das Präparat 250 Mal verschieben, um eine Bakterie im Gesichtsfeld zu haben.

Aus den mitgetheilten Thatsachen geht hervor, dass die directe mikroskopische Untersuchung von Wasser in bakteriologischer Hinsicht mit sehr erheblichen Schwierigkeiten zu kämpfen hat.

Wenn es nun aber auch von sehr grosser Wichtigkeit ist, durch directe Mikroskopie die Bakterien in der Form zu erkennen, welche

dieselben im Wasser besitzen, so ist doch auf der anderen Seite festzuhalten, dass wir bei der directen Mikroskopie möglicherweise Bakterien zu sehen bekommen, welche schon abgestorben sind, daher irgend welchen Einfluss nicht mehr ausüben können. Ferner ist durch die Form allein oft die eigentliche Natur eines Mikroorganismus nicht festzustellen.

Wir wenden uns nun zu den

bakteriologischen Culturversuchen.

Die Platten, welche, wie oben angegeben, mit der Mischung von 10procentiger Nährgelatine und dem zu untersuchenden Wasser beschickt worden waren, befanden sich in der Regel nach 48 Stunden so weit, dass dieselben beobachtet werden konnten, d. h. die aus den in den Nährboden eingebetteten Keimen hervorgegangenen Bakteriencolonien waren soweit entwickelt, dass die nachbezeichneten weiteren Untersuchungen vorgenommen werden konnten.

Zunächst wurde die Zahl der zur Entwicklung gelangten Colonien festgestellt. Dies hatte bei den zur Untersuchung gelangenden Wassern keinerlei Schwierigkeit, weil die Zahl der entwickelten Colonien nirgends eine sehr grosse war.

Sodann wurden die Colonien mit blossen Auge und auch mit der Lupe gemustert. Es zeigten sich hierbei zunächst Unterschiede, indem ein Theil der Bakterien die Gelatine in flüssigen Zustand versetzte, andere dies nicht thaten. In der Art des Wachsens zeigten sich ferner Unterschiede, auch bot die Farbe und Structur der Colonien vielfach zur Trennung verschiedener Arten von Bakterien Anhaltspunkte. Weitere Trennungsmerkmale wurden durch Beobachtung der Colonien unter dem Mikroskope bei etwa 50- bis 100facher Vergrösserung gewonnen.

Die so ermittelten, der Kürze halber provisorisch als Arten aufgefassen Bakteriengruppen wurden mikroskopisch in lebendem Zustande und vermittelst gefärbter Deckglaspräparate näher untersucht. Schliesslich wurde jede Art von Bakterien in Reincultur — meist in Reagirglascultur — genommen.

Die auf diese Weise erhaltenen morphologischen Merkmale der in den untersuchten Wassern angetroffenen, charakteristischsten Mikroorganismen sind unten angeführt.

Die zur Anwendung gelangte bakteriologische Cultur-Methode der Gelatine-Plattencultur ist nicht frei von Fehlern und hat wie jede Methode ihre Grenzen.

Die hauptsächlichsten Fehler sind:

- 1) Es können von Bakterien nicht zur Entwicklung gelangen:
 - a. solche, die streng parasitisch sind, die in Nährgelatine zum Theil überhaupt bis jetzt nicht zum Wachsen gebracht wurden, zum Theil wenigstens nicht innerhalb der Temperaturgrenzen, welche der festen Gelatine gezogen sind;
 - b. solche, die eine längere Zeit zur Entwicklung gebrauchen, indem diese von den rascher wachsenden Bakterien überwuchert werden;
 - c. die anaërobiotischen Bakterien, welche nur bei Anwendung gewisser Vorsichtsmaassregeln auf Platten zur Entwicklung kommen und
 - d. solche, welche vielleicht in der gewählten Gelatine überhaupt nicht wachsen.

Diese vier Kategorien von Bakterien bilden aber nur einen kleinen Theil sämmtlicher Bakterien und sind grösstentheils bei Wasseruntersuchungen irrelevant. So werden z. B. von schon bekannten Arten Tuberkel- und Rotzbacillen, die Bakterien des malignen Oedems und die der Buttersäuregährung unter diesen Bedingungen nicht, oder nur höchst unwahrscheinlich, ermittelt werden.

Die überwiegende Anzahl der bis jetzt genauer und vieler nur oberflächlich bekannter Bakterien wird in der Gelatine, wenn in der angegebenen Art operirt wird, zur Entwicklung gelangen. Namentlich werden Cholera- und Typhus-Bacillen, wenn vorhanden, der Beobachtung kaum entgehen.

(Diese Angaben rühren von mündlichen Mittheilungen des Herrn Dr. F. Hueppe her.)

2) Es werden Bakterien in der Gelatineplatte wachsen, welche nicht aus dem zu untersuchenden Wasser, sondern aus der Gelatine, der Luft, den Apparaten etc. stammen. Gegen diesen Fehler kann man sich schützen, indem man Controlplatten ohne Wasserzusatz anfertigt und die darauf wachsenden Mikroorganismen in Berechnung zieht. Uebrigens ist der hierdurch entstehende Fehler sehr gering. Ich constatirte in oft ausgeführten Control-Versuchen 1 bis 5 aus den angegebenen Ursachen entstehende Colonien, wenn unter denselben Umständen wie bei den Wasseruntersuchungen gearbeitet wurde.

3) Wenn man die Mischung von flüssiger Gelatine und Wasser aus dem Proberöhrchen ausgiesst, so bleibt ein Rest der Mischung in dem Röhrchen. Die in dem Rest enthaltenen Bakterien entgehen demnach der Beobachtung. Dieser Fehler kann bei nicht ganz sorgfältigem Arbeiten ziemlich erheblich sein. Derselbe wird bei bakterienreichem Wasser grösser, bei bakterienarmem Wasser weniger gross, ja ohne Einfluss sein.

Mein Vorschlag, den Fehler ganz zu vermeiden, geht dahin, die flüssige Gelatine mittelst Pipette zuerst in kranzförmiger Gestalt auf der Platte auszubreiten, das zu untersuchende Wasser in die Mitte des Kranzes zu bringen und die Mischung von Gelatine und Wasser sodann mittelst eines Platindrahtes auf der Platte vorzunehmen.

Praktisch erprobt wurde dieses Verfahren noch nicht. Glasplatten mit Rand oder Tellerchen dürften dabei zu empfehlen sein.

4) Ist die Anzahl der Bakterien in einem zu untersuchenden Wasser sehr gross, so bedeckt sich die Gelatineplatte mit so vielen Colonien, dass deren Anzahl nicht oder doch nur annäherungsweise festgestellt werden kann. Für solche Fälle hat man vorgeschlagen, das zu untersuchende Wasser zuvor mit keimfreiem, destillirtem Wasser zu verdünnen und von der Mischung einen Cubikcentimeter dem Culturversuche zu unterwerfen. Die zur Entwicklung gelangte Anzahl von Bakterien ist dann im Verhältniss der Verdünnung auf einen Cubikcentimeter des ursprünglichen Wassers umzurechnen. Dass bei diesem Verfahren grosse Irrthümer begangen werden können, leuchtet ein; denn es muss bezweifelt werden, dass in einer Mischung Bakterien so gleichmässig vertheilt werden können, dass Theile dieser Mischung für einen richtigen Durchschnitt gelten dürfen. Begangene Fehler multipliciren sich aber verhältnissmässig um so mehr, je grösser die Verdünnung war.

Wollte man diese Fehler eliminiren, so müsste man so viele Einzelversuche machen, als man zu einem Theil des ursprünglichen Wassers Theile destillirtes Wasser zugesetzt hatte, also bei einer Verdünnung von

1 : 25	25	Versuche
1 : 50	50	«
1 : 100	100	«

Zum mindesten darf die Zahl der Einzelversuche nicht unter dem von der Wahrscheinlichkeitsrechnung postulirten Minimum zurückbleiben. Dies Verfahren aber auszuführen ist einfach praktisch unmöglich.

Richtiger wird man in solchen Fällen verfahren, wenn man nur entsprechend kleine Theile eines Cubikcentimeters des unverdünnten Wassers in mehreren Versuchen der Cultur unterwirft, die Anzahl der zur Entwicklung gelangten Keime nur annähernd auf einen ganzen Cubikcentimeter berechnet und daneben den erhaltenen directen Befund ebenfalls mittheilt, also z. B. sagt:

bei Versuch a lieferte $\frac{1}{n}$ cc Wasser A Bakterien; 1 cc enthält demnach etwa $n \cdot A = \sim P$ Bakterien,

bei Versuch b lieferte $\frac{1}{m}$ cc Wasser B Bakterien; 1 cc enthält demnach etwa $m \cdot B = \sim Q$ Bakterien, u. dergl.

5) Ein weiterer Fehler kann bei der oben beschriebenen Methode durch rasch die Gelatine verflüssigende Bakterien hervorgebracht werden. Es gibt nämlich einige Arten, welche bei günstiger Temperatur schon bei 12stündigem Wachsthum die Gelatine im Umkreis von 3 cm und mehr in flüssigen Zustand versetzt haben. 18 solcher Bakterien-colonien können demnach eine ganze Platte verflüssigen oder anderweitig unbrauchbar machen.

Trifft man eine Platte in total verflüssigtem Zustande an und zieht man daraus den Schluss, dass sehr viele Bakterien in dem zu untersuchenden Wasser wären, so begeht man unter Umständen einen sehr grossen Fehler. Eine Wiederholung des Versuchs und rechtzeitige Beobachtung können uns aber vor der Begehung dieses Irrthums bewahren.

Ein anderer Missstand wird durch die rasch verflüssigenden Bakterien dadurch manchmal hervorgerufen, dass die Colonien derselben über die Colonien anderer Bakterien hinwegwachsen.

6) Der Zahl der auf der Culturplatte entwickelten Colonien pflegt man die Anzahl der in dem zu untersuchenden Wasser enthaltenen »Bakterien und Bakterienkeime« gleichzusetzen. Diese Annahme bedarf einiger Modification. Die Bakterien befinden sich in vegetativem Zustande, nämlich unter zusagenden Aussenbedingungen, fortwährend in einem Zustande der Vermehrung durch Theilung, so dass Bakterien-Einzel-Individuen verhältnissmässig nicht zu häufig vorkommen. Mikrokokken und Stäbchen trifft man fortwährend in verschieden weit fortgeschrittenen Zuständen der Theilung begriffen an, desgleichen fadenartige Bakterien. Häufig trifft man Häufchen, Klümpchen, Zoogloeen, Sarcinen, Meristen und Ketten von Bakterien; Fäden sieht man oft der ganzen Länge

nach mit zahlreichen Formen des Dauerzustandes besetzt. Die Einzelglieder solcher Gebilde sind aber oft in so inniger Verbindung, dass nicht aus den Einzelzellen, sondern aus solchen kleinen Gruppen getrennte Colonien hervorgehen können.

Es ist demnach gar nicht festzustellen, aus wie viel »Bakterien-Individuen« eine Colonie hervorgegangen ist, deshalb ist die Angabe, ein Wasser enthalte so und so viele »Bakterien«, zum mindesten eine ungenaue.

Auch hier dürfte die directe Angabe des Befundes:

»1 cc des Wassers brachte

beim Versuch a . . . A Bakteriencolonien

« « b . . . B «

u. s. f.

zur Entwicklung«
richtiger sein.

Der Beweis, dass aus vielen Bakterien doch nur eine einzelne Colonie hervorgehen kann, wurde in der Weise erbracht, dass ich mit einer feinen Platinnadel eine Bakteriencolonie berührte, sodann die Nadel in ausgebreitete Nährgelatine nur leicht und vorsichtig auf einer Stelle einstieß. Trotzdem an der Nadel unzählbare Bakterienindividuen hafteten, kam aus der Uebertragung nur eine neue Colonie zum Vorschein.

Dieser Fehler wird auch durch das sorgfältigste Mischen und Verdünnen nicht vollständig beseitigt, ist aber, weil in der Entwicklung und allgemeinen Morphologie begründet, allen Methoden der Trennung, sie mögen sich fester Medien oder der Flüssigkeiten bedienen, gemeinsam.

7) Die Menge des Wassers, welche man zur bakteriologischen Untersuchung anwendet, beziehungsweise nur anwenden darf, ist gegenüber der Wassermenge natürlicher Quellen eine äusserst geringe. Da nun Bakterien wohl niemals ganz gleichmässig in den Quellen vertheilt sein werden, so folgt, dass man aus den Resultaten, die man aus den Wasserproben erhielt, nicht eher auf den bakteriologischen Gesamtcharakter der Quellen schliessen darf, bis man durch Wiederholung vieler Versuche constante Resultate erhalten hat.

Die angewandte Methode zur bakteriologischen Untersuchung von Wasser ist daher, wie nachgewiesen, nicht frei von Fehlern und Einwänden, doch in nicht höherem Grade als andere vorgeschlagene Methoden, mit welchen dieselbe einige der erwähnten Fehler gemeinsam hat.

Die Methode ist aber in hohem Grade einfach und handlich, selbst bei subtilster Ausführung.

Weitere besondere Vorzüge sind noch:

Die Möglichkeit der directen Beobachtung der Entwicklung der Bakteriencolonien und das Hervortreten charakteristischer Merkmale derselben auf der Culturplatte.

Die Methode vermeidet die höchst complicirte Technik anderer Methoden und beschränkt die bei jedem Theilversuch derselben sich wiederholenden Fehler auf diejenigen, die bei dem einmaligen Einbetten der Keime in festen Nährboden vorkommen können. —

Die Grenzen der Methode wurde schon unter pos. 1 und 4 besprochen. Hinsichtlich des letzteren Punktes, die Ermittlung einer sehr grossen Anzahl von Bakterien, muss noch hervorgehoben werden, dass die ganz genau, ziffermässig festzustellende Zahl einer ungeheuren Menge von Bakterien des Interesses ebenso entbehrt, wie etwa die Feststellung der Anzahl der Blätter in einem Walde und einen besonderen wissenschaftlichen oder hygienischen Werth nicht besitzt. In solchen Fällen genügt einfach die Angabe, dass die Anzahl eine überaus grosse sei.

II. Angabe über die Zahl der in den untersuchten Wassern ange- troffenen Bakterien und morphologische Beschreibung derselben.

A. Wasser der städtischen Wasserleitung Wiesbadens.

Das Wasser, mit welchem die Hauptleitung des städtischen Wasserwerks gespeist wird, ist Gebirgs-Quellwasser. Dasselbe wird im Taunus geschürften, dauernd gefassten Quellen entnommen und durch geschlossene, aus Ziegelsteinen hergestellte, gegen Witterungseinflüsse geschützte Leitungen zum Sammelbehälter geführt. Von diesem gelangt es durch eiserne Leitungsröhren an die Verbrauchsstellen. Ein Theil des Wassers wird aus einem in das Gestein des Taunusgebirges getriebenen, jetzt über 1500 m langen Stollen, dem Münzberg-Stollen, gewonnen.

Das Wasser ist ein an gelösten anorganischen und organischen Bestandtheilen sehr armes. Ein Liter enthält im Mittel 0,06 bis 0,15 g fixe anorganische Bestandtheile. Der Verbrauch an übermangansaurem Kali zur Zerstörung der in einem Liter gelösten organischen Bestandtheile beträgt im Mittel 2 bis 4 mg. Ammoniaksalze und salpetrigsaure

Salze sind nicht vorhanden. Der Gehalt an Salpetersäure beträgt im Mittel 0,001 bis 0,004 *g* im Liter.

Kali und Phosphorsäure sind nicht, oder doch nur in höchst minimaler Menge vorhanden.

Das Wasser enthält etwas freie Kohlensäure und eine mässige Menge atmosphärischer Luft in Lösung.

Die Temperatur der Quellen der verschiedenen Gebiete beträgt $7\frac{1}{2}$ bis 12° C.

Die Entnahme von Proben geschah am 22. und 30. Mai, wie oben mitgetheilt, unter Leitung des Herrn Dr. Hueppe.

In Nachstehendem theile ich die mit den Proben erhaltenen Resultate im Einzelnen mit.

1) Angabe, wie viele Bakteriencolonien aus einem Cubikcentimeter Wasser zur Entwicklung gelangten.

Bezeichnung des Wassers.	Temperatur		Aus 1 cc Wasser gelangten Bakteriencolonien zur Entwicklung.
	des Wassers.	der Luft.	
Quelle No. 8, im oberen Gehrn	7,5 ⁰ C.	11,5 ⁰ C.	eine Colonie,
Quelle No. 9, am Zauberstollen	7,7 ⁰ C.	10,5 ⁰ C.	drei Colonien,
Quelle an der oberen Maushecke	8,0 ⁰ C.	9,7 ⁰ C.	vier Colonien,
Gesamt-Pfaffenborn-Wasser	8,5 ⁰ C.	11,5 ⁰ C.	zwei Colonien,
Gesamt-Adamsthal-Wasser	10,2 ⁰ C.	13,5 ⁰ C.	eine Colonie,
Quelle im Münzberg-Stollen, 1000 <i>m</i> von dem Stollenmundloch . .	12,0 ⁰ C.	15,0 ⁰ C.	drei Colonien,
Desgl., 1100 <i>m</i> von dem Stollenmundloch . .	11,0 ⁰ C.	15,0 ⁰ C.	drei Colonien,
Quelle im Münzberg-Stollen, 1200 <i>m</i> von dem Stollenmundloch . .	11,0 ⁰ C.	15,0 ⁰ C.	keine Colonie,
Gesamt-Wasser aus dem »alten Weyer« . .	10,0 ⁰ C.	13,5 ⁰ C.	vier Colonien,

Bezeichnung des Wassers.	Temperatur des Wassers.	Temperatur der Luft.	Aus 1 cc Wasser gelangten Bakteriencolonien zur Entwicklung.
Quelleneinlauf — Mischkammer — . . .	9,0° C.	19,0° C.	eine Colonie,
Von der Oberfläche des Wassers im 2. Sammelbehälter	9 bis 10° C.	19,0° C.	fünf Colonien,
Aus der Tiefe des 2. Sammelbehälters . . .	?	19,0° C.	fünfzehn Colonien.

Die vorstehenden Proben repräsentiren das Wasser, wie es in die Reservoirs gelangt. Um nun auch zu sehen, wie die Beschaffenheit des Wassers ist, wenn es consumirt wird, hatten verschiedene Herren des Laboratoriums die Güte, in ihren Wohnungen an einem und demselben Tage, dem 29. Mai, Proben zu entnehmen und mir zuzustellen.

Die Untersuchung dieser Proben lieferte folgende Resultate:

Bezeichnung der Proben	Temperatur ° C.	Aus 1 cc gelangten Bakteriencolonien zur Entwicklung
Parkstrasse No. 16	11,9	66
Idsteinerweg No. 4	11,4	23
Röderstrasse No. 29	10,6	13
Philippsberg No. 6	12,5	23
Kapellenstrasse No. 24	13,0	36
Frankfurterstrasse No. 4	12,5	56

2) Specielle morphologische Beschreibung der in den vorbezeichneten Wasserproben beobachteten Bakterien.

Die wichtigsten Formen der in dem Wasser der städtischen Leitung angetroffenen Bakterien sind die nachstehend beschriebenen.

Die morphologische Ermittlung hat sich zunächst auf die Feststellung der wesentlichsten kennzeichnenden Merkmale beschränkt. Als solche wurden angesehen:

- Wachstumsverhältnisse auf der Gelatineplatte und in der Gelatine-Reincultur,
- Gestalt und Grösse der Einzelzellen, Theilung derselben, Verhältniss derselben in den einfachsten Verbänden,
- Eigenbewegungsverhältnisse der Bakterien.

Die für die Systematik wichtigen Formen des Dauerzustandes der beobachteten Bakterien konnten mit Sicherheit noch nicht ermittelt werden. Es werden indessen Formen zur Beschreibung gelangen, welche Dauerzustände darzustellen scheinen, die mit den bis jetzt ermittelten wohl Aehnlichkeit, doch nicht vollständige Uebereinstimmung zeigen.

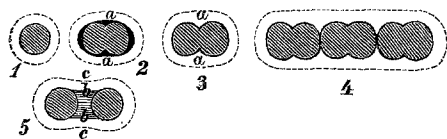
Die Bezeichnung der beobachteten Bakterien erfolgt, da aus dem angeführten Grunde eine wissenschaftliche Benennung noch nicht erfolgen kann, provisorisch nach den vorherrschend beobachteten Formen unter Beisetzung der Buchstaben A, B, C etc. —

So sind auch Arten, bei denen vorwiegend Stäbchenformen auftreten, wie zunächst noch üblich als »Bacillen« aufgeführt worden, obgleich das Vorhandensein endogener Sporen noch nicht nachgewiesen ist.

a. Mikrokokkus A.

Dieser Mikrokokkus erscheint auf der Gelatineplatte in Colonien, die eine kreisförmige, flach sich ausbreitende Verflüssigung darstellen. Die Colonien haben nach kurzer Zeit schon einen Durchmesser von 1 cm. Dieselben besitzen ein gelblich-weisses, granulirtes Innere und sind durch einen schmalen, weissen, äusseren Rand begrenzt.

Fig. 15.



Bei schwacher Vergrösserung sieht man im Centrum flockige, hellbraune Wölkchen.

Die Form und die Entwicklungsstadien dieser Mikrokokken stellt Fig. 15, 1 bis 5, dar.

- 1 — Einzelzelle von rein kugelförmiger Gestalt und homogenem Inneren; Durchmesser etwa $0,4\ \mu$,
- 2 — die Zelle ist elliptisch gestreckt, die Enden erscheinen in gefärbtem Zustande dunkler, bei a ist eine Differenzirung bemerkbar. Länge etwa $1,2\ \mu$, Dicke etwa $0,5\ \mu$,
- 3 — die Zelle erscheint an den Punkten a etwas eingezogen,
- 4 — Ketten aus 3 bis 5 Gliedern von der Form 3 bestehend,
- 5 — zwei Kugeln durch die Gallertschicht b zusammenhängend. Der äussere Lichthof ist bei c eingezogen.

Eigenbewegung ist bei den Formen 1 bis 4 nicht vorhanden. Bei der Form 5 wurde eine pendelnde Bewegung wahrgenommen.

In der Gelatine-Reincultur bewirken die Mikrokokken bald Verflüssigung und Bildung eines gelblich-weißen Bodensatzes.

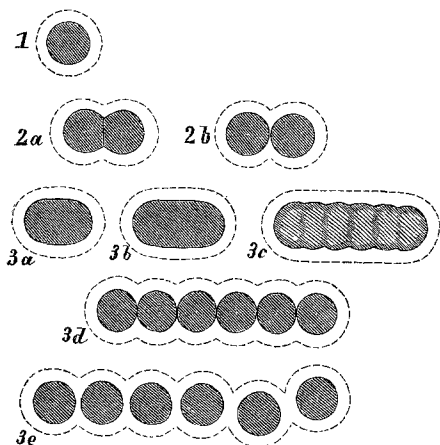
Diese Mikrokokken wurden ausser im Wasser der städtischen Wasserleitung Wiesbadens in den untersuchten Mineralwassern und in vielen Brunnenwassern beobachtet.

b. Mikrokokkus B.

Diese Kokken bilden auf der Gelatine-Platte kreisrunde, erhabene, gelblich-weiße, nicht verflüssigende Colonien, die bei schwacher Vergrößerung als hellbraune bis schwärzliche Flächen mit fein rissigem Inneren erscheinen.

Den mikroskopischen Befund dieser Bakterien stellt Fig. 16 dar.

Fig. 16.



1 — Kugelzellen von $0,5 \mu$ Durchmesser,

2a und 2b — Zweitheilung dieser Zellen,

3a — die Zelle erscheint oval gestreckt,

3b — die Zelle erscheint noch mehr gestreckt, Differenzirung ist nicht wahrzunehmen, so dass sie wie ein Stäbchen erscheint,

3c — die Zelle ist noch mehr gestreckt, im Inneren derselben ist deutlich Differenzirung wahrzunehmen,

3d und 3e aus 3c hervorgegangene Kettenkokken.

Bei 3e liegen die Zellen nicht gradlinig neben einander, sondern biegen vor- und rückwärts aus.

Die Formen 2b und 3e zerfallen sodann wieder in Einzel-Kokken. Durch Nebeneinanderlagerung der Formen 2a, 2b und 3a entstehen Gebilde, welche Aehnlichkeit mit Sarcinen haben.

Bei der Entwicklung dieser Mikrokokken treten demnach Stäbchenformen auf, welche, wenn ausser Zusammenhang betrachtet, von echten Stäbchen der Form nach nicht unterschieden werden können.

Eigenbewegung konnte nicht gesehen werden.

In der Reagirglas-Reincultur wachsen diese Mikrokokken erst ein wenig auf der Oberfläche. Nach einiger Zeit tritt Verflüssigung der Gelatine ein. Letztere nimmt dann eine dunkelbraune Farbe an, es bildet sich auf der Oberfläche ein sepiabraunes Häutchen und am Boden ein hellgelber Niederschlag.

Diese Mikrokokken kommen in Brunnenwasser häufig vor und wurden auch in den untersuchten Mineralwassern angetroffen.

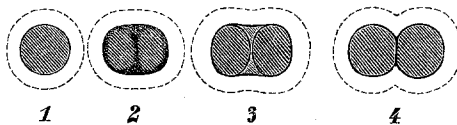
c. Mikrokoccus C.

Diese ebenfalls sehr oft im Wasser vorkommenden Mikrokokken bilden auf der Gelatineplatte kreisrunde, kuppenförmige Colonien von rein weisser Farbe.

Bei schwacher Vergrößerung erscheinen die Colonien als hellbraune, granulirte Flächen mit dunklerem äusserem Rand und, in helleren Stellen wahrnehmbar, schildchenartiger Anordnung des Inhaltes.

Die mikroskopische Form dieser Bakterien ist in Fig. 17 dargestellt.

Fig. 17.



Aus diesen Abbildungen geht die Art der Vermehrung dieser Kokken durch Zweitheilung der Einzelzellen hervor.

Eigenbewegung konnte an den Mikrokokken nicht wahrgenommen werden.

In der Reincultur wachsen die Impfstiche kräftig aus; auf der Oberfläche der Gelatine findet nur eine geringe Ausbreitung statt. Die Cultur nimmt ein gelblich-weisses Aussehen an.

Weder auf der Gelatine-Platte noch in der Gelatine-Reincultur bewirken diese Mikrokokken die geringste Verflüssigung.

d. Bacillus (?) A.

Diese in Wasser häufig vorkommenden Kurzstäbchen erscheinen auf der Gelatine-Cultur-Platte als weisse, flüssige Colonien mit schmalem, trichterförmigem Rand. Bei schwacher Vergrößerung sieht man die Colonien als hellbraune, wolkige Flächen ohne besondere Merkmale.

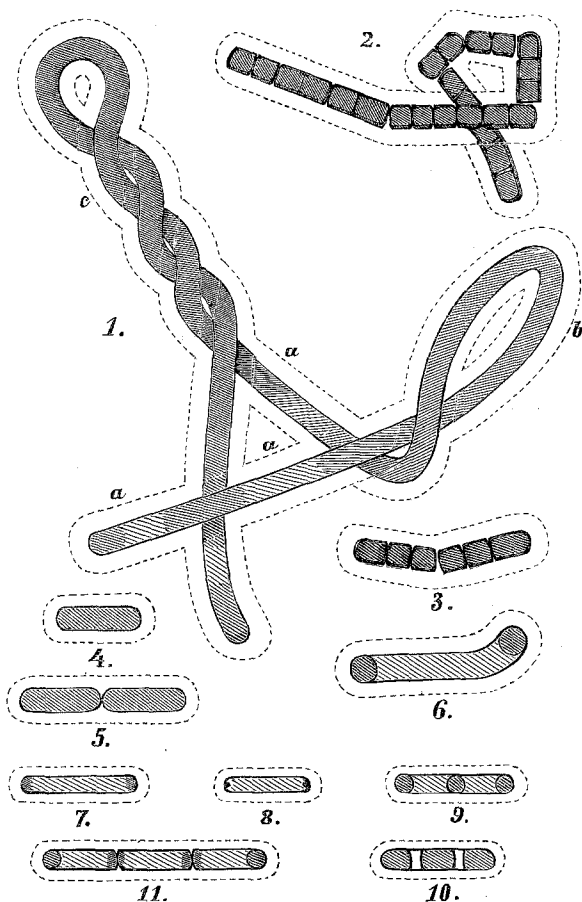
Die Kurzstäbchen sind etwa $0,4 \mu$ dick, $0,7 \mu$ lang und vermehren sich durch Zweitheilung in der Längsrichtung. In lebendem Zustande zeigen dieselben eine pendelnde und strudelnde Bewegung.

In der Gelatine-Reincultur tritt bald Verflüssigung ein; die Cultur stellt schliesslich eine dunkelbraune, fast klare Flüssigkeit dar.

e. Fadenbakterie A.

Wurde im Quellwasser des Münzberg-Stollens beobachtet. Fig. 18 zeigt die Formen, welche diese Bakterie besitzt.

Fig. 18.



1 — sind zusammenhängende Fäden, Umschlingungen (b) und spiralförmige Umwindungen (c) — Spirulinen — bildend. In gefärbtem Zustande erscheinen die Fäden gleichmässig, nur manche Stellen (a) sind etwas heller,

- 2 — sind aus kurzen, eng an einander stossenden Stäbchen bestehende Fadenstücke,
- 3 — sind noch kürzere Fadenstücke,
- 4 — längere Stäbchen,
- 5 — ebenso, zu zweien an einander hängend,
- 6 — sind den Farbstoff wenig aufnehmende, längere Fäden mit intensiv gefärbten, endständigen Kugelzellen,
- 7 — sind noch hellere,
- 8 — fast ganz helle Fäden, an den Enden intensiv gefärbt,
- 9 und 11 — sind ähnliche Fäden aber auch mit intensiv färbbarer Mitte,
- 10 — zeigt ein Fadenstück mit Kurzstäbchen ähnlichen Entwicklungen.

Die Entwicklungsstadien 1 bis 3 zeigen sich in frischen, 4 bis 11 hauptsächlich in älteren Culturen.

Eine Eigenbewegung konnte bei dieser Fadenbakterie nicht wahrgenommen werden.

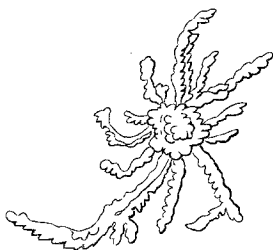
Auf der Gelatineplatte wachsen diese Bakterien in gelblichweissen, nicht ganz kreisrunden Colonien mit schmalem, trichterförmig vertieftem Rand. Bei schwacher Vergrösserung erscheinen die Colonien als wolkige, durch Schatten die Unebenheiten hervortretenlassende Flächen. An den Rändern sieht man astähnliche Auswüchse.

In der Gelatine-Reincultur tritt zunächst Ausbreitung auf der Oberfläche ein, dann sinkt die Cultur unter Verflüssigung in die Gelatine.

f. *Bacillus* (?) B.

In derjenigen Wasserprobe, welche mit dem Tauchapparat von Fresenius aus der Tiefe des Sammelbehälters der Wasserleitung ent-

Fig. 19.



nommen worden war, fand sich ein *Bacillus*, welcher hauptsächlich durch die Art seines Wachsthum in der Gelatine merkwürdig ist.

Auf der Gelatine-Platte wächst nämlich dieser *Bacillus* in Colonien, die eine gelblichweisse Farbe besitzen und aus Verästelungen bestehen, welche von einem Punkt ausgehen und sich in verschiedenen Richtungen erstrecken. (Siehe Fig. 19).

Eigenthümlich ist bei dem Wachsthum noch, dass die Colonie nicht wie diejenigen der meisten anderen Bakterien nach der Oberfläche der

Gelatine strebt, sondern am Boden der Gelatine auf der Glasplatte sich ausbreitet. Diese Bakterien scheinen demnach zu ihrer Existenz den Sauerstoff der Luft nicht nöthig zu haben.

Bei schwacher Vergrößerung erkennt man noch, dass über den Rand der Colonie Fäden in mannigfachen Verschlingungen und Verästelungen hinauswachsen.

Auch das Wachsthum in der Gelatine-Reincultur ist merkwürdig und charakteristisch. Führt man nämlich in die Mitte der Gelatine nur einen, aber ziemlich tiefen Impfstrich, so wachsen nach etwa 24 Stunden aus diesem Impfstrich seitlich eine Menge feiner, weisser Aestchen aus, so dass die ganze Cultur einem kleinen Bäumchen ähnlich sieht. (Siehe Fig. 20).

Fig. 20.

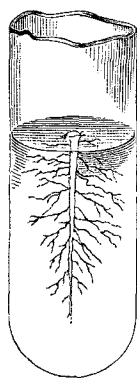
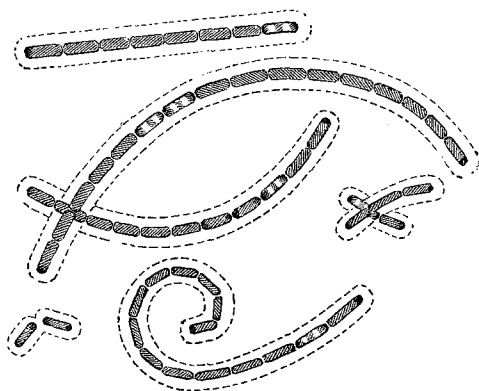


Fig. 20a.



Bei weiterem Wachsthum verschwinden die Aestchen wieder und es tritt langsame Verflüssigung der Gelatine und Bildung eines gelblich-weißen Bodensatzes ein.

Der Bacillus bildet gerade und gekrümmte Scheinfäden, welche aus der Länge nach an einander gereihten Stäbchen bestehen. Die Stäbchen sind deutlich von einander getrennt und erscheinen in gefärbtem Zustande theils ganz homogen, theils an den Enden intensiver gefärbt. Dicke der Stäbchen etwa $1,2 \mu$, Länge $3,6 \mu$. (Siehe Fig. 20 a.)

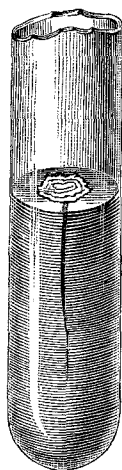
Eigenbewegung wurde nur an den kürzeren Fadenstücken und Einzel-Stäbchen wahrgenommen.

3) Specielle morphologische Beschreibung der in später seitens des Laboratoriums entnommenen Wasserproben der städtischen Leitung angetroffenen Bakterien.

Anfangs Juli wurde von der Wasserwerksdirection das Laboratorium mit der bakteriologischen Untersuchung des Wasserleitungswassers beauftragt. Da ich bei dieser Untersuchung ebenfalls mitwirkte und sich mehrere interessante Formen von Bakterien ergaben, so beschreibe ich dieselben mit Einwilligung des Herrn Geheimen Hofraths Professor Dr. Fresenius an dieser Stelle:

a. Mikrokokkus D.

Fig. 21.



Die Colonien dieser Mikrokokken auf der Gelatineplatte sind gelblichweiss, breiten sich auf der Gelatine flach aus und verflüssigen diese nicht.

Bei schwacher Vergrößerung betrachtet, erscheinen die Colonien als bräunlichgelbe Flächen, die mit einem dunkleren, rissig schattirten Rand umgeben sind.

Die Mikrokokken selbst besitzen etwa $1,0 \mu$ Durchmesser und zeigen Stadien der Zweitheilung wie Mikrokokkus C.

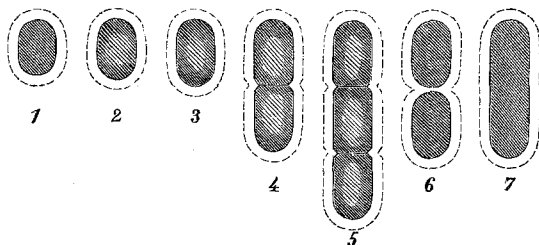
In der Gelatine-Rein-Cultur wachsen die Kokken in den Impfstrichen und auf der Oberfläche der Gelatine ohne diese zu verflüssigen. (Siehe Fig. 21.)

Diese Mikrokokken wurden im Wasser des Münzberg-Stollens beobachtet.

b. Bacillus (P) C.

Die Formen dieser Bacillen sind in Fig. 22 dargestellt:

Fig. 22.



- 1 — sind ellipsoide Zellen, $0,4\ \mu$ dick, $0,7\ \mu$ lang, mit homogenem Inneren,
- 2 — die Zellen erscheinen etwas dicker und etwas in die Länge gestreckt. In gefärbtem Zustande erscheinen die Enden dunkler,
- 3 — die Zellen erscheinen noch mehr in die Länge gestreckt,
- 4 und 5 — Aneinanderlagerungen von 2 und 3 Gliedern von der Form 3,
- 6 — Theilung in zwei Tochterzellen,
- 7 — längere Stäbchenformen mit homogenem Inneren.

Im hängenden Tropfen sieht man die Stäbchen in lebhafter hin- und herschwingender, den Ort verändernder und oft strudelnder Bewegung. Die längeren Formen pendeln hin und her.

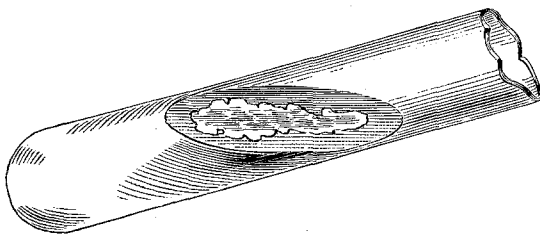
Auf der Gelatineplatte wachsen diese Bakterien in gelblich-weissen, sich auf der Gelatine ausbreitenden Colonien. Die Gelatine wird nicht verflüssigt.

Bei geringer Vergrößerung sieht man die Colonien als Flächen mit hellbraunem Inneren und hellerer wolkiger Umgebung.

In der Gelatine-Rein-Cultur wachsen die Bacillen wie Mikrokoccus D.

In Agar-Agar breiten sie sich seitlich des Impfstriches aus. (Siehe Fig. 23).

Fig. 23.



Auf Kartoffeln bilden dieselben bräunliche Streifen und sind hierdurch von den Typhus-Bacillen zu unterscheiden, mit welchen sonst die Bacillen Aehnlichkeit haben.

Die Bacillen wurden im Wasser des Münzberg-Stollens beobachtet.

c. *Bacillus* (?) D.

Diese Kurzstäbchen zeigen folgende Formen:

- 1) Längliche Zellen mit homogenem Inneren, $0,5\ \mu$ dick, $0,8\ \mu$ lang. (Siehe Fig. 24).

Fig. 24.



Fig. 25.

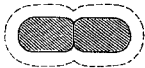


Fig. 26.



- 2) Ähnliche Zellen, doch etwas verdickt und in die Länge gezogen, Dicke $0,6\ \mu$, Länge $1-1,2\ \mu$. In gefärbtem Zustande erscheint das Innere nicht homogen, sondern die Mitte heller, die Enden intensiver gefärbt. (Siehe Fig. 25).
- 3) Die Zellen erscheinen noch mehr in die Länge gestreckt, das Innere lässt in gefärbtem Zustande zwei hellere Parthien erkennen. Länge $1,5$ bis $1,8\ \mu$. (Siehe Fig. 26).
- 4) Es hat eine Theilung in zwei Tochterzellen stattgefunden, welche noch mehr oder weniger innig an einander hängen. Das Ganze zeigt die Form einer Semmel. Das Innere erscheint homogen. (Siehe Fig. 27).

Fig. 27.



Im hängenden Tropfen beobachtet, zeigen die Formen 1 und 2 eine lebhaft hin- und herschiesende und strudelnde, die Formen

3 und 4 dagegen schlängelnde und sich wurmförmig windende Bewegungen.

Die beschriebenen Kurzstäbchen bilden auf der Gelatineplatte zunächst gelblichweisse, dann grünlich fluorescirende Colonien, welche sich eben auf der Gelatine ausbreiten.

Bei schwacher Vergrößerung sieht man die Colonien als hellbraune, wolkige Flächen mit hellerer, abschattirter, zackig sich ausbreitender Umgebung.

In der Gelatine Rein-Cultur wächst das Kurzstäbchen zunächst in den Impfstichen und auf der Oberfläche. Sodann tritt Verflüssigung der Gelatine ein. Die ganze Cultur nimmt eine gelblichgrün fluorescirende Färbung an.

Diese Bacillen wurden ebenfalls im Wasser des Münzberg-Stollens angetroffen.

d. *Bacillus* (?) E.

Kurzstäbchen mit sehr ähnlichen Entwicklungsstadien wie *Bacillus* C. zeigt ebenfalls in lebendem Zustande eine lebhafte, gleitende und pendelnde Bewegung.

Die Colonien auf der Gelatine-Platte sind gelblichweiss und breiten sich auf der Gelatine in der Ebene, kreisförmige Flächen mit kleinen Auswüchsen bildend, aus.

Bei schwacher Vergrößerung erscheinen die Colonien mit hellbraunem Inneren und fein verästelter, abgeschattirter Umgebung. Besonders charakterisirt ist dieses Kurzstäbchen durch sein Wachsthum in der Gelatine-Reincultur.

Die Impfstiche wachsen nämlich zunächst aus und es findet ein nagelkopfähnliches Ausbreiten auf der Oberfläche statt.

Dann findet unter Verflüssigung der Gelatine ein Einsinken der Cultur statt. Dabei färbt sich der verflüssigte Theil intensiv citronengelb.

Auch in Agar-Agar tritt bald die citronengelbe Färbung hervor. In letzterem Substrat wächst das Kurzstäbchen, sich seitlich der Impfstiche ausdehnend.

Auch diese Kurzstäbchen wurden im Wasser des Münzbergstollens beobachtet.

e. *Bacillus* (?) F.

Stäbchen von 1 bis $1,5\ \mu$ Länge und nur etwa $0,15\ \mu$ Dicke. Eine Differenzirung der Stäbchen konnte nicht wahrgenommen werden. (Siehe Fig. 28).

Fig. 28.



Im lebenden Zustande zeigen diese Bacillen eine lebhafte, hin- und herschiessende Bewegung.

Die Colonien dieser Bacillen auf der Gelatineplatte sind gelblichweiss, nicht verflüssigend und breiten sich eben auf der Gelatine aus.

Bei schwacher Vergrößerung erkennt man die Colonien als hellbraune, wolkig abgeschattirte Flächen.

In der Gelatine-Rein-Cultur tritt zunächst keine Verflüssigung ein. Die Cultur breitet sich auf der Oberfläche aus, fängt aber dann, unter Verflüssigung der Gelatine und Bildung eines weissen Bodensatzes, an einzusinken.

Diese Bakterien wurden im Wasser »Alter Weyer« angetroffen.

f. Bacillus G.

Kurzstäbchen von denselben Entwicklungsstadien, wie dieselben bei dem Bacillus D ausführlich beschrieben wurden.

Doch sind die Dimensionen viel bedeutendere, indem die Dicke des Kurzstäbchens etwa $0,9\ \mu$, die Länge etwa $1,4\ \mu$ und die übrigen Dimensionen nach Verhältniss betragen.

Auch im hängenden Tropfen zeigen diese Bakterien dasselbe Verhalten wie Bacillus D.

Die Colonien dieses Kurzstäbchens auf der Gelatineplatte sind weiss bis hellbräunlich; sie breiten sich eben auf der Gelatine aus und verflüssigen nicht.

Bei schwacher Vergrösserung betrachtet, erscheinen die Colonien als Flächen mit braunem, wolkigem Centrum und hellerer, strahliger Umgebung.

In der Gelatine Rein-Cultur wächst der Bacillus zuerst auf der Oberfläche, sodann sinkt er in die Gelatine und es tritt Verflüssigung ein.

Wurde im Wasser des Sammelbehälters angetroffen.

B. Mineralwasser von Schlangenbad.

Das Wasser der warmen Quellen von Schlangenbad ist von R. Fresenius 1852 und 1877/78 eingehend chemisch untersucht worden. Die Resultate der Untersuchungen sind niedergelegt in den Schriften: Chemische Untersuchung der wichtigsten Mineralwasser des Herzogthums Nassau. 3. Abhandlung: »Die Quellen zu Schlangenbad«. Wiesbaden bei C. W. Kreidel 1852, auch in den Jahrbüchern des Vereins für Naturkunde im Herzogthum Nassau, 8. Heft, 2 Abth., S. 97 ff. und: »Chemische Untersuchung der warmen Quellen zu Schlangenbad«. Wiesbaden, C. W. Kreidel 1878 und Jahrbücher des Nassauischen Vereins für Naturkunde. Jahrgang 21 und 22, Seite 49 ff.

Im Jahre 1852 wurde die hinterste Quelle des mittleren Curhauses, in den Jahren 1877/78 die Schachtquelle (Marienquelle) untersucht.

Die den Abhandlungen entnommenen, wichtigsten hier in Betracht kommenden chemischen Verhältnisse sind folgende:

Das Wasser der Schlangenbader warmen Mineralquellen ist relativ sehr arm an gelösten Bestandtheilen.

Unter Anderem enthält:

	Die hinterste Quelle des mittleren Cur- hauses.	Die Schachtquelle. (Marienquelle.)
Kali	0,010 p. m.	0,013 p. m.
Phosphorsäure . . .	0,0003 « «	0,000067 « «
Salpetersäure . . .	—	sehr geringe Spur
Salpetrige Säure . .	—	—
Ammoniak	—	—
Organische Materien .	—	—
Gelöste Gase	Geringe Menge freier Kohlensäure	Geringe Menge freier Kohlensäure. Etwas Sauerstoff und Stick- stoff im ungefähren Ver- hältniss der atmosphärischen Luft.

Die Resultate, welche ich mit am 5. Juni entnommenen Proben des Schlangenbader Wassers erhielt, sind folgende:

- 1) Angabe, wie viele Bakterien-Colonien aus einem Cubikcentimeter Wasser zur Entwicklung gelangten.

Bezeichnung des Wassers.	Temperatur des Wassers bei 25 bis 27° C. Lufttemperatur.	Aus 1 cm des Wassers gelangten Bakteriencolonien zur Entwicklung.
Quelle und Reservoir der unteren Quelle des oberen Curhauses . .	?	2
Trink-Quelle hiervon, Schlangenquelle . .	28,4° C.	51
Mittlere Quelle des oberen Curhauses . .	29,0° C.	5
Stollen-Quelle oder Schachtquelle	31,0° C.	1200
Marienquelle	30,4° C.	Die Anzahl konnte nicht constatirt werden, war aber sehr bedeutend
Römerbäder	30,0° C.	keine.

2) Spezielle morphologische Beschreibung der in den Proben angetroffenen Bakterien.

Im Allgemeinen wurden im Wasser Schlangenbads dieselben Bakterienformen angetroffen, wie solche bei Wiesbaden unter 2) a bis d daselbst beschrieben wurden.

Als besondere Form wurde nur eine Mikrokokkenform beobachtet, nämlich:

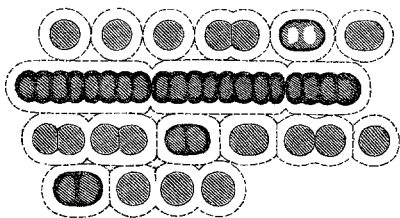
Mikrokokkus E.

Diese Mikrokokken zeigen

- 1) Kugeln von $0,5 \mu$ Durchmesser.
- 2) Stadien der Zweitheilung der Kugeln.
- 3) Stäbchenartige Formen, welche zu kurzen Fadenstücken an einander gereiht sind. Bei genauer Beobachtung erkennt man in den stäbchenartigen Formen Gliederungen. Durch Aneinanderlagerung solcher stäbchenartiger Formen entstehen sodann fadenartige Gebilde. Die äusseren Enden der Fäden erscheinen abgerundet, die Enden der Stäbchenformen innerhalb des Fadens sind abgeplattet. Dass die Fäden zusammenhängende Ganze bilden, geht aus der Beobachtung im hängenden Tropfen hervor. Das ganze Fadenstück zeigt hierbei eine langsam fortschreitende, wurmförmige Bewegung.

Seitlich der Fadenstücke sieht man oft die Kugelformen reihenweis parallel zu den Fäden geordnet, so dass man oft folgendes Bild wahrnimmt. (Siehe Fig. 29).

Fig. 29.



Die scheinbaren Fadenstücke sind nicht immer gerade, sondern auch oft gebogen. Dann ist die Gliederung besonders gut wahrnehmbar.

Die Colonien, in welchen diese Mikrokokken auf der Gelatineplatte wachsen, sind gelblichweiss und sinken bald in die Gelatine

ein. Um das helle Innere herum sieht man einen etwas dunkleren, flüssigen Hof, der durch einen zarten, weisslichen Saum begrenzt ist.

Bei schwacher Vergrösserung erscheint das Innere hellbraun, wolkig, fein punktiert, der Hof ebenfalls fein punktiert, der äussere Saum fein strahlig.

In der Gelatine-Rein-Cultur wächst der Kokkus erst auf der Oberfläche; sodann sinkt die Cultur unter Verflüssigung der Gelatine auf den Boden.

Diese Art Mikrokokken wurde in der Trinkquelle des oberen Curhauses angetroffen.

C. Mineralquellen zu Schwalbach.

Das Mineralwasser zu Schwalbach ist an Kohlensäure sehr reich und besitzt einen relativ sehr bedeutenden Gehalt an Eisenoxydul und Manganoxydul.

Kohlensaurer Kalk und kohlensaure Magnesia sind in ziemlicher Menge vorhanden, dagegen treten Chlormetalle, schwefelsaure Salze und Alkalien auffallend zurück.

Von Phosphorsäure enthalten die in Frage kommenden Quellen deutliche Spuren, Kali enthält:

der Weinbrunnen	0,004 p. m.
« Paulinenbrunnen	0,0022 « «
« Stahlbrunnen	0,0020 « «

Salpetersäure, salpetrige Säure und Ammoniak sind nicht vorhanden.

An gelösten organischen Stoffen enthalten die drei angeführten Quellen nur sehr geringe Spuren.

Die in dem Wasser gelösten Gase sind Kohlensäure und eine geringe Menge Schwefelwasserstoff. *)

Die Entnahme von Proben zur bakteriologischen Untersuchung erfolgte von mir am 11. Juni.

Die mit den Proben erzielten Resultate sind folgende:

- 1) Angabe, wie viele Bakterien - Colonien aus einem Cubikcentimeter Wasser zur Entwicklung gelangten.

Bezeichnung des Wassers.	Temperatur des Wassers bei 17,0° C. Luftwärme.	Aus 1 cc gelangten Bakterien- colonien zur Entwicklung.	
		Nach 48stündiger Cultur.	Nach 96stündiger Cultur.
Weinbrunnen . .	10,0° C.	52	28
Paulinenbrunnen .	9,0° C.	16	118
Stahlbrunnen . .	9,6° C.	17	16

*) Diese Angaben sind entnommen aus: Die chem. Untersuchung der wichtigsten Mineralwasser des Herzogthums Nassau von Prof. Dr. R. Fresenius 4. Abhandlung. Wiesbaden bei C. W. Kreidel 1855.

2) Spezielle morphologische Beschreibung der beobachteten Bakterien.

Es kamen hauptsächlich wieder solche Formen vor, wie solche beim Wasser Wiesbaden 2) a bis d beschrieben wurden.

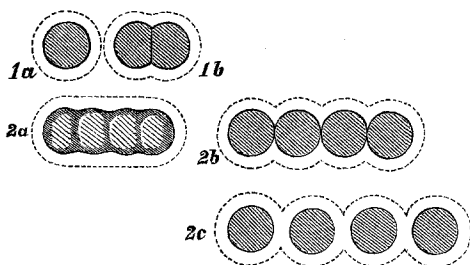
An besonderen Formen wurden beobachtet:

a. Mikrokokkus F.

Diese Art Mikrokokken zeigt folgende Wuchsformen:

1) Kugeln von etwa $0,5 \mu$ Durchmesser.

Fig. 30.



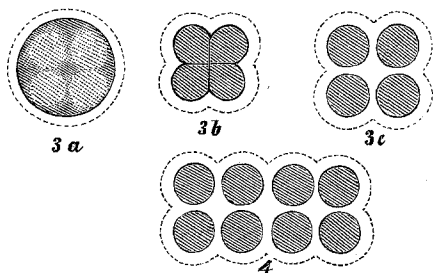
2) Entwicklungsstadien zur Zweitheilung und zur Kettenkokkenbildung. (Siehe Fig. 30.)

3) Entwicklungsstadien zur Meristabildung. (Siehe Fig. 31).

3 a) stellt Kugeln vor, welche bedeutend grösser sind — Durchmesser $= 2 \mu$ — als die Zellen 1a. Das Innere dieser Zellen erscheint nicht homogen, man bemerkt vielmehr im gefärbten Zustande einen Mittelpunkt und an dem Umfange Stellen, welche gegenüber der sonstigen Färbung viel dunkler erscheinen.

3 b, 3 c und 4 sind wahrscheinlich aus 3 a hervorgegangene Meristaformen.

Fig. 31.



Diese Entwicklung zur Merista tritt bei vorliegendem Mikrokokkus besonders häufig in alten Culturen und beim Wachsen bei Brütwärme auf. Ein Auswachsen zu Stäbenformen wurde nirgends beobachtet.

Eigenbewegung konnte nicht constatirt werden.

Die Colonien, in welchen dieser Mikrokokkus auf der Gelatineplatte wächst, erscheinen röthlich braun, nicht verflüssigend, sondern

sich auf der Gelatine ausbreitend. Charakteristisch ist der äussere Umriss der Colonien, indem diese nicht kreisrund, sondern zackig ausgebuchtet sich darstellt.

Bei schwacher Vergrösserung erscheint die Colonie als eine hellbraune, marmorirte, mit dunklem äusserem Rand begrenzte Fläche.

In der Gelatine Rein-Cultur breitet sich dieser Mikrokkus zunächst als röthlichbraune Colonie auf der Oberfläche aus. Die Colonie sinkt allmählich unter Verflüssigung der Gelatine ein.

Diese Mikrokokken wurden im Stahlbrunnen beobachtet.

b. Bacillus (?) H.

Wurde im Stahlbrunnen mit folgenden Entwicklungsformen beobachtet:

- 1) Kürzere und längere Fäden, theils homogen, theils in Stäbchen gegliedert, die mehr oder weniger innig zusammenhängen.

Fig. 32.



- 2) Glieder von der Form wie sie Fig. 32 darstellt.

Fig. 33.



- 3) Formen, welche das Bild der Sporen (?) Auskeimung zeigen. (Siehe Fig. 33).

Eigenbewegung konnte nicht beobachtet werden.

Die Colonien auf der Gelatineplatte sind seidenglänzend weiss und stellen eine Einstülpung in der Gelatine dar. Der Umfang der Colonien ist nicht kreisrund, sondern unregelmässig eckig.

Bei mässiger Vergrösserung betrachtet, erscheinen unter dem Mikroskope die Colonien als violette Flächen mit hellbraunem, verästeltem Rand.

In der Gelatine-Rein-Cultur bildet sich auf der Oberfläche ein seidenglänzendes, weisses Klümpchen, welches oben auf der sich ganz langsam verflüssigenden Gelatine schwimmt.

Im Stahlbrunnen wurde ferner angetroffen:

c. Mikrokokkus G.

Diese Mikrokokken zeigen nur die Entwicklungsstadien der Theilung wie der Kokkus B. Fig. 1, 2 a und 2 b.

Ketten- und Sarcinenbildung wurden nicht beobachtet. Durchmesser der Kokken $0,5\ \mu$.

Auch Eigenbewegung konnte nicht gesehen werden.

Auf der Gelatineplatte wachsen diese Kokken in eigenthümlicher Sternform. Das Innere bildet eine bräunlichgelbe, circa $1\ \text{mm}$ Durchmesser besitzende, marmorirte Fläche. Aus dem Innern treten etwa 12 strahlenartige Auswüchse heraus, die an den äusseren Enden in feine Verästelungen übergehen.

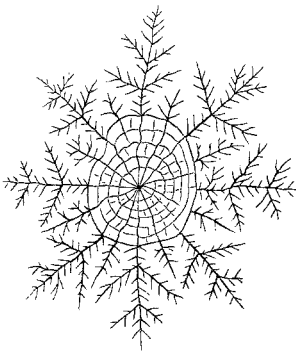
Im Paulinenbrunnen wurde von besonderen Arten angetroffen:

d. *Bacillus* (?) J.

Dieser *Bacillus* zeigt die nämlichen Formen wie das Kurzstäbchen C. Die Formen sind jedoch viel grösser. Die Einzelzelle hat etwa $0,7\ \mu$ Dicke und $1,2\ \mu$ Länge. Die zusammengesetzten Formen — besonders häufig sind die Entwicklungsstadien 4, 5, 6 und 7, s. a. a. O. — erreichen eine Länge bis zu $2,5\ \mu$.

Im hängenden Tropfen erkennt man, dass diese Stäbchen mit gleitender, strudelnder und schlängelnder Bewegung begabt sind.

Fig. 34.



Die Colonien, in welchen dieser *Bacillus* auf der Gelatineplatte wächst, sind besonders charakteristisch.

Die Colonien bilden nämlich weisse, sternförmig ausstrahlende Gebilde von vielfach spinnwebartiger Gestalt. (Siehe Fig. 34.)

Bei schwacher Vergrösserung erkennt man weiter nichts charakteristisches.

In der Gelatine-Reincultur wächst der *Bacillus* erst strahlig auf der Oberfläche, dann tritt Verflüssigung der Gelatine ein, die Cultur sinkt ein und nimmt eine dunkelrothbraune Färbung an.

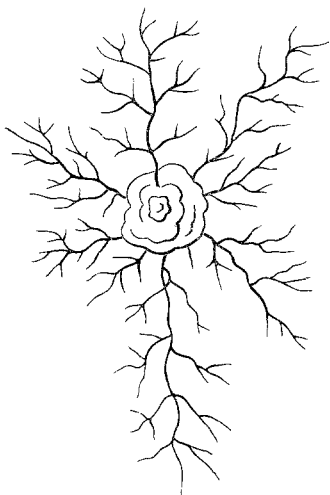
Die folgenden Bakterien wurden im Weinbrunnen angetroffen.

e. *Bacillus* (?) K.

Diese Bacillen zeigen viel Aehnlichkeit mit den Bacillen B.

Die Colonien, in welchen die Bacillen auf der Gelatineplatte erscheinen, bilden von einem Punkte ausstrahlende, gelblichweisse Fäden mit vielen seitlich davon abzweigenden Aestchen. (Siehe Fig. 35.)

Fig. 35.

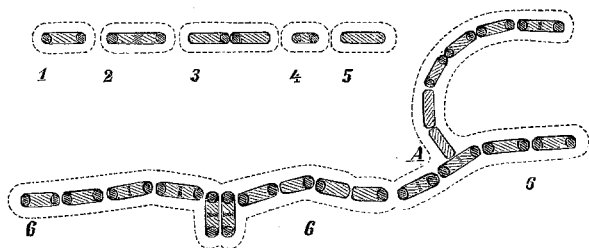


Unter dem Mikroskop bei schwacher Vergrößerung betrachtet, sieht man, dass die Colonien aus einem Conglomerat von vielen Fäden bestehen. Einzelne gewundene Fäden reichen über den Rand hinaus. Der Rand selbst besteht aus einem Saum ganz feiner, unter einander paralleler Fädchen.

In von den Bacillen angefertigten Präparaten sieht man kürzere Einzel-Stäbchen mit hin- und herschwingender Eigenbewegung und längere Fadenstücke aus an einander gereihten Stäbchen bestehend.

Das Bild, welches man von dem Bacillus durch gefärbte Präparate gewinnt, stellt nachfolgende Zeichnung dar. (Siehe Fig. 36.)

Fig. 36.



Es wurden folgende Entwicklungsstadien beobachtet:

- 1) Kurzstäbchen, an beiden Enden den Farbstoff leichter aufnehmend.
- 2) und 3) Längere Stäbchen an beiden Enden und in der Mitte intensiver gefärbt.
- 4) Länglich elliptische Zellen, an beiden Enden etwas intensiver gefärbt.
- 5) Längere Stäbchen, ganz homogen erscheinend.
- 6) Fäden, aus den Gliedern 1 bis 5 sich zusammensetzend, bei A Pseudo-Verzweigung.

Die Dicke der Stäbchen beträgt etwa $1,3\ \mu$; die Länge 4 bis $5\ \mu$.

In der Gelatine-Rein-Cultur tritt ebenfalls zunächst das beim Bacillus B beschriebene, bäumchenartige Wachsthum, sodann Verflüssigung ein.

f. Mikrokokkus H.

Mikrokokken von $1,0\ \mu$ Durchmesser und denselben Entwicklungsstadien der Zweitheilung und Kettenbildung wie Mikrokokkus B. Eigenbewegung wurde auch bei diesen nicht beobachtet.

Bildet kreisrunde, auf der Gelatineplatte wachsende, dieselbe nicht verflüssigende Colonien, von rosa Farbe, dunklerem wolkigem Centrum und hellerem, fein granulirtem Rande.

In der Gelatine-Rein-Cultur wächst der Kokkus in bräunlich-rosa gefärbter Schicht auf der Oberfläche; eine Verflüssigung der Gelatine tritt nicht ein.

D. Mineralwasser zu Soden.

Die letzte chemische Untersuchung der Mineralquellen zu Soden ist von Casselmann ausgeführt worden. Die Resultate sind niedergelegt in »Chem. Untersuchung einiger Mineralquellen zu Soden und zu Neuenhain von Dr. W. Casselmann,« Jahrbücher des Vereins für Naturkunde im Herzogthum Nassau. 15. Heft, S. 139 ff.

Die Mineralquellen in Soden sind zum Theil alkalisch, zum Theil salinisch.

Von den untersuchten Quellen gehören zu den alkalischen:

Quelle No. 1 und No. 3,

zu den salinischen:

Quelle No. 4, No. 6 a, No. 6 b, No. 18 und No. 19.

Von den in Betracht kommenden chemischen Bestandtheilen führe ich an:

	Quelle No. 1	Quelle No. 3	Quelle No. 4
Kali	0,107 p. m.	0,098 p. m.	0,435 p. m.
Eisenoxydul und Mangan-			
oxydul	relativ	bedeutende	Mengen.
Schwefelsäure	0,017 p. m.	0,0188 p. m.	0,0676 p. m.
Phosphorsäure	Spur	—	—
Salpetersäure	Spur	Spur	Spur
Ammoniumoxyd	Geringe Menge	Geringe Menge	?
Salpetrige Säure . . .	—	—	—
Gelöste organische Be-			
standtheile	Spur	Spur	Spur
Gelöste Gase	relativ grosse	Mengen freier	Kohlensäure.

Die Quellen No. 6 a, 6 b, 18 und 19 sind in ihrer Zusammensetzung der Quelle No. 4 ähnlich.

Die Proben zur bakteriologischen Untersuchung wurden von mir am 23. Juni entnommen.

Die mit denselben erhaltenen Resultate sind folgende:

1) Angabe, wie viele Bakterien-Colonien aus einem Cubikcentimeter Wasser erhalten worden sind.

Bezeichnung des Wassers.	Temperatur des Wassers bei einer Lufttemperatur von	Aus 1 cc gelangten Bakterien- colonien zur Entwicklung.	
	21,0° C.	Nach 48stün- diger Cultur.	Nach 96stün- diger Cultur.
Wilhelmsbrunnen (No. 6 a) .	17,0° C.	9	7
Schwefelbrunnen (No. 6 b) .	16,5° C.	45	? konnte nicht festgestellt werden.
Wiesenbrunnen (No. 18) .	16,0° C.	8	12
Warmbrunnen (No. 3) .	23,4° C.	7	20
Soolbrunnen (No. 4) . . .	21,2° C.	9	? konnte nicht constatirt werden.
Milchbrunnen (No. 1) . .	23,5° C.	11	13
Champagnerbrunnen (No. 19)	15,8° C.	—	16

2) Specielle morphologische Beschreibung der im Wasser von Soden beobachteten Formen.

Ausser den unter Wiesbaden 2, a bis d beschriebenen Arten wurden folgende Formen beobachtet:

a. Mikrokokkus J.

Wurde im Wiesenbrunnen (No. 18) beobachtet.

Sehr kleine Mikrokokken — von nur 0,15 μ Durchmesser — mit Stadien der Zweitheilung und Meristabildung wie Mikrokokkus F. Eigenbewegung wurde nicht wahrgenommen.

Die Colonien dieser sehr kleinen Mikrokokken auf der Gelatineplatte sind gelblichweiss, breiten sich auf der Oberfläche aus und bewirken zunächst keine Verflüssigung.

Bei schwacher Vergrößerung erscheinen die Colonien als gelblichgraue, fein punktirte Flächen.

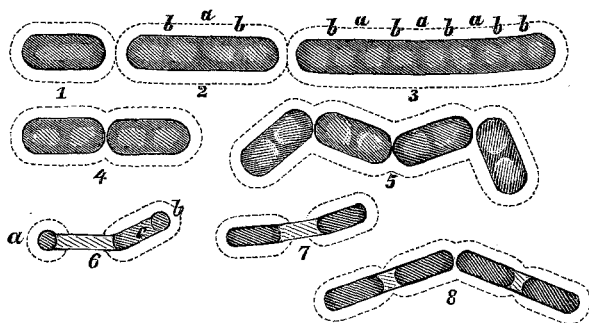
In der Gelatine-Rein-Cultur wachsen die Kokken erst auf der Oberfläche und sinken dann unter Verflüssigung ein. Die Cultur nimmt eine rothbraune Farbe an.

b. *Bacillus* (?) L.

Wurde im Schwefelbrunnen (No. 6 b) beobachtet.

Die Entwicklungsstadien dieses Stäbchens sind in der Fig. 37 abgebildet.

Fig. 37.



1 — Kurzstäbchen von etwa $0,8\mu$ Dicke und $2,4\mu$ Länge. In gefärbtem Zustande erscheinen die Enden und die Seiten intensiver gefärbt.

2 — Fadenstück, bei a eintretende Trennung, bei b Anflug dazu.

3 — Noch längere Fadenstücke, ebenso gegliedert wie 2.

4 und 5 — Kurzstäbchen, hervorgegangen aus den Fadenstücken.

6 — Ganz dünnes, röhrenförmiges, fast farblos erscheinendes Gebild, an den Enden intensiv gefärbte Kugelzellen — Sporen? —, a und b, tragend. Bei b ist die Auskeimung (?) c als Stäbchen bemerkbar.

7 und 8 — zeigen die Auskeimungen weiter fortgeschritten, besonders ist auch eine grössere Dicke bemerkbar.

In lebendem Zustande sieht man die Stäbchen in schwärmender Bewegung. Die längeren, fadenähnlichen Gebilde winden sich hin und her, werden oft an den Enden keulenförmig dicker und verharren dann wieder vorübergehend in Ruhe. Die geknickten Formen (5, 8) erscheinen oft in solcher Bewegung begriffen, als ob sie an den Knickungspunkten gewaltsam von einander sich trennen wollten.

Die Colonien dieser Bacillen erscheinen auf der Gelatineplatte als etwa 1 cm im Durchmesser haltende, verflüssigte Stellen mit graumelirtem Inneren und zartem, hellgrauem äusserem Rand.

Bei schwacher Vergrößerung sieht man die Colonien als hellbraune, fein schattirte und punktirte Flächen.

In der Gelatine-Rein-Cultur tritt bald unter dunklerer Färbung der Gelatine und Bildung eines hellbraunen, flockigen Bodensatzes Verflüssigung ein.

c. Bacillus (?) M.

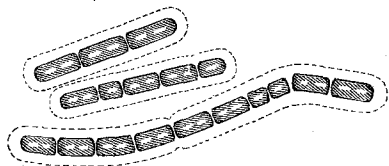
Wurde im Warmbrunnen (No. 3) angetroffen.

Betrachtet man diese Bakterie bei starker Vergrößerung im lebenden Zustande, so sieht man kürzere und längere Fadenstücke, welche sich schlauchartig zusammenziehen, wieder ausstrecken und sich so windend fortbewegen. Besonders werden die äussersten Enden oft vorübergehend keulenförmig verdickt.

In gefärbtem Zustande erkennt man, dass die Fadenstücke aus einzelnen Gliedern bestehen, welche in ihrem Aussehen vollständig den Formen des Bacillus D 2 und 3 gleichen. Bei den grossen Dimensionen der Einzelstücke — Dicke = $1,4 \mu$, Länge = $4,0 \mu$ — erkennt man besonders deutlich die helleren Stellen. Die Fadenstücke sind von wechselnder Länge, es wurden solche bis aus 12 Gliedern bestehend beobachtet. Die Einzelglieder sind stets deutlich von einander getrennt

und da wo sie an einander stehen an den Enden abgeplattet. (Siehe Fig. 38.)

Fig. 38.



Die Colonien dieser Bacillen auf der Gelatineplatte erscheinen als gelblichweisse, feinflockige Flächen, die in die Gelatine eingesenkt sind.

Bei schwacher Vergrößerung sieht man die Colonien als grünlich-braune Flächen mit wolkigem und fein punktirtem Inhalt.

In der Gelatine-Rein-Cultur tritt bald beim Einsinken der Bacillen Verflüssigung ein. Auf der Oberfläche bildet sich ein gelbbraunes Häutchen, in der Tiefe ein ebenso gefärbter Bodensatz.

d. Bacillus (?) N.

Wurde ebenfalls im Warmbrunnen angetroffen.

Diese Bakterien zeigen folgende Entwicklungszustände:

- 1) Kurzstäbchen von eiförmiger und länglich elliptischer Gestalt.
(Siehe Fig. 39.)

Fig. 39.



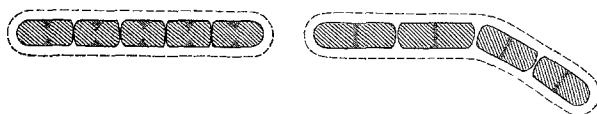
Fig. 40.



- 2) Längere Stäbchen, in der Mitte oft einen Anflug von Differenzirung zeigend. —
(Siehe Fig. 40.)

- 3) Kürzere und längere, gerade und gebogene Fadenstücke aus homogenen Gliedern, ähnlich den Stäbchen 2, bestehend. Die Stäbchen stehen theils mehr, theils weniger innig mit einander in Berührung.
(Siehe Fig. 41.)

Fig. 41.



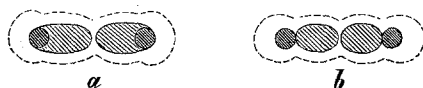
- 4) Fadenstücke aus Gliedern bestehend, welche, wie in nachstehender Figur gezeichnet, differenzirt erscheinen. (Siehe Fig. 42.)

Fig. 42.



Die Stellen a sind in gefärbtem Zustande viel intensiver gefärbt als die übrigen Theile der Stäbchen.

Fig. 43.



- 5) Die Glieder der Fäden nehmen sodann nebenstehende Formen an. (Siehe Fig. 43.)

Bei a) befinden sich die intensiv färbbaren Kugeln noch innerhalb, bei b) dagegen schon ausserhalb der fast farblos erscheinenden länglich elliptischen Theile.

Aus den Kugeln gehen wahrscheinlich die Formen 1 u. s. w. wieder hervor, doch konnte der Vorgang direct nicht beobachtet werden.

Eigenbewegung konnte bei diesen Bakterien nicht gesehen werden.

Die Colonien erscheinen auf der Gelatineplatte als weisse, schimmelpilzähnlich wachsende und sich verzweigende Stellen.

Bei schwacher Vergrößerung erscheinen die Colonien als ein Filz, der aus feinen, weissen Fäden besteht. Die Fäden wachsen in vielfach

verschlungener und gewundener Form über den Rand der Colonie hinaus.

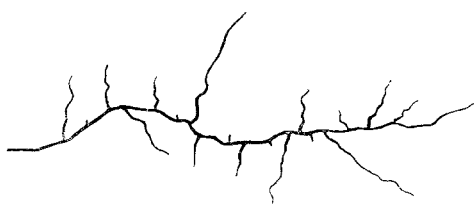
In der Gelatine-Rein-Cultur sinkt die Colonie unter Verflüssigung der Gelatine langsam ein, sonst nichts charakteristisches bietend.

e. Fadenbakterie B.

Ebenfalls aus dem Warmbrunnen stammend.

Diese Bakterien bestehen aus ganz feinen, flexibelen Fäden von nur 0,2 bis 0,1 μ Dicke. Die Fäden verlaufen nicht mit gleichmässiger Dicke; es ist vielmehr ein Unterschied zwischen Basis und Spitze deutlich bemerkbar. Ferner wurde deutlich Verästelung beobachtet. Bei-

Fig. 44.



stehende Skizze stellt einen beobachteten Zweig dieser etwas zweifelhaften Bakterienart dar. (Siehe Fig. 44.)

Man bemerkt wohl in gefärbtem Zustande hellere und dunklere Stellen innerhalb der Fäden; doch war

die feinere Structur bei den sehr geringen Dimensionen selbst bei 1600 facher Linearvergrösserung nicht erkennbar.

Eigenbewegung wurde nicht constatirt.

Die Bakterien wachsen auf der Gelatineplatte in glänzend weissen, bröckeligen, schimmelpilzartig aussehenden, nicht verflüssigenden Colonien.

Auch in der Gelatine-Rein-Cultur bildet sich auf der Oberfläche ein glänzend weisses, seidenartiges, festes Klümpchen, welches später unter geringer Verflüssigung der Gelatine in diese einsinkt und dann gelb erscheint.

Ausserdem wurde im Ocker des Schwefelbrunnens eine Form Spirillen beobachtet. Eine Cultur dieser Bakterien ist indessen leider nicht gelungen.

E. Mineralwasser zu Bad Weilbach.

Die Schwefelquelle wurde von R. Fresenius 1855, die Natron-Lithionquelle von demselben 1860 eingehend chemisch untersucht. Die bezüglichen Abhandlungen sind erschienen bei C. W. Kreidel, Wiesbaden und auch in den Jahrbüchern des Nassauischen Vereins für Naturkunde.

Ich entnehme den Abhandlungen folgende hier in Betracht kommende Angaben.

Es enthält:

	Die Schwefelquelle	Die Natron-Lithionquelle
Kali	0,0385 p. m.	0,0298 p. m.
Eisenoxydul	—	} relativ bedeutende Mengen
Manganoxydul	—	
Schwefelsäure	0,0177 p. m.	0,1513 p. m.
Phosphorsäure	0,0002 p. m.	Spur
Salpetersäure	Spur	Spur
Salpetrige Säure	—	—
Ammoniumoxyd	0,0026 p. m.	0,0061 p. m.
Organische Materien	deutliche Spuren	keine, oder nur überaus kleine Spuren.
Gelöste Gase	Wenig freie Kohlensäure, Schwefelwasserstoff und eine Spur Kohlenwasserstoff.	Wenig freie Kohlen- säure und etwas Schwefelwasserstoff.

Die Proben aus der Schwefelquelle und Natron-Lithionquelle wurden am 23. Juni genommen. Die mit den Proben erhaltenen Resultate sind folgende:

- 1) Angabe, wieviele Bakterien-Colonien aus einem Cubikcentimeter des Wassers zur Entwicklung gelangten.

Bezeichnung.	Temperatur des Wassers bei einer Lufttemperatur von 20,8° C.	Es gelangten aus 1 cc des Wassers Bakterien-Colonien zur Entwicklung.	
		Nach 48 stündiger Cultur.	Nach 96 stündiger Cultur.
Schwefelquelle	14,1° C.	3	16
Natron - Lithion- Quelle	12,5° C.	7	25

- 2) Specieller Beschreibung der angetroffenen Bakterien.

a. Schwefelquelle.

In dieser wurden von Bakterien nur solche beobachtet, wie dieselben unter Wiesbaden 2) a bis d beschrieben wurden.

Beggiatoen wurden im Wasser der Quelle selbst nicht, wohl aber im Ablaufbecken beobachtet.

Eine Rein-Cultur derselben ist leider nicht gelungen.

b. Natron-Lithionquelle.

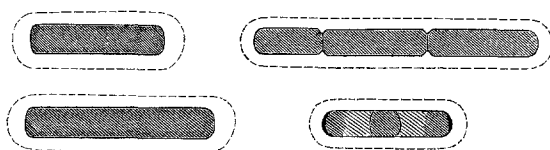
Auch in dem Wasser dieser Quelle wurden vorwiegend nur solche Arten von Bakterien angetroffen, wie dieselben unter Wiesbaden 2) a bis d beschrieben wurden.

Als neu auftretende Form wurde folgender Bacillus beobachtet:

Bacillus (?) O.

Bacillen von etwa $0,3 \mu$ Dicke, $2-3 \mu$ Länge und besonders stumpfen Enden. Auch wurden Formen wahrgenommen, welche in gefärbtem Zustande an den Enden und in der Mitte besonders stark gefärbt, im übrigen dagegen viel heller erscheinen. Auch Fadenstückchen, aus $2-3$

Fig. 45.



an einander gereihten Bacillen bestehend, wurden beobachtet. (Siehe Fig. 45.)

In lebendem Zustande zeigen die

Bacillen eine langsame, sich hin- und herwindende Bewegung, indem sie den Ort unter einander verändern.

Auf der Gelatineplatte erscheinen die Colonien dieser Bacillen als weisse, verflüssigte Stellen ohne hervortretendes Centrum mit zartem, flockigem äusserem Hof.

Bei schwacher Vergrösserung bieten die Colonien nichts charakteristisches.

In der Gelatine-Rein-Cultur tritt bald Verflüssigung unter Hervortreten bräunlich-grünlicher Fluorescenz und Bildung eines gelblichweissen Niederschlages ein.

III. Schlussfolgerungen, welche aus den Ergebnissen der vorliegenden bakteriologischen Untersuchungen zur Beurtheilung von Wasser im Allgemeinen im Hinblick auf gesundheitsgemässe Beschaffenheit gezogen werden können.

Bei der Beurtheilung eines Wassers im Hinblick auf gesundheitsgemässe Beschaffenheit aus den Ergebnissen der bakteriologischen Untersuchung müssen:

A. die Menge,

B. die Arten der ermittelten Bakterien

in Betracht gezogen werden.

A. Beurtheilung aus der Menge der gefundenen Bakterien.

Die in der vorliegenden Arbeit untersuchten Wasser können in vier Gruppen geordnet werden.

Die erste Gruppe umfasst diejenigen Quellen, deren Wasser durch fremde Einflüsse gar nicht oder nur sehr wenig zu leiden hat.

Hierhin gehören die Gebirgsquellen der Wiesbadener Wasserleitung und von den Quellen Schlangenbads diejenigen des oberen Curhauses und der Römerbäder.

Der bakteriologische Befund dieser Wasser ergab sich im Mittel von 14 Versuchen zu **2,5** Bakterien-Colonien aus einem Cubikcentimeter, einer Zahl, welche gleich dem Mittel der in den Controlversuchen ohne Wasser erhaltenen Bakterien-Colonien ist.

Man müsste demnach diese Wasser bakterienfrei nennen, wenn nicht besondere ermittelte Arten — s. Fadenbakterie A) — dafür sprächen, dass sich in ihnen vereinzelt Bakterien vorfinden.

Die zweite Kategorie wird durch das Wasser aus der Tiefe des Sammelbehälters der Wiesbadener Wasserleitung repräsentirt. Hier hatten die Bakterien Gelegenheit, sich zu sedimentiren, die Zahl der Bakterien-Colonien aus einem Cubikcentimeter ist demnach eine grössere, nämlich 15.

Die dritte Gruppe wird durch diejenigen Wasser gebildet, welche an den Entnahmestellen naturgemäss fremden Einflüssen in geringem Grade ausgesetzt sind. Solche Einflüsse sind: Berührung der Ausläufe mit den Händen, mit Gefässen u. dergl., Eintauchen von Trinkgefässen, von Krügen in die Quellenbassins beim Einfüllen u. s. w.

Zu diesen Wassern gehören von den vorne aufgeführten diejenigen der Hausleitungen Wiesbadens, die Schlangenquelle in Schlangenbad, die Mineralquellen in Schwalbach, Soden und Weilbach.

Die Wasser dieser Kategorie lieferten als Mittel der 30 Versuche aus einem Cubikcentimeter **21** Bakterien-Colonien.

Die vierte Gruppe der untersuchten Wasser wird gebildet aus der Schachtquelle und der Marienquelle in Schlangenbad. Erstere Quelle brachte aus einem Cubikcentimeter 1200 Bakteriencolonien zum Vorschein. Ich würde diese verhältnissmässig hohe Zahl auf die Probe schieben, wenn nicht durch den Befund der Marienquelle — des Auslaufes der Schachtquelle — die Anwesenheit einer grossen Menge von Bakterien bestätigt worden wäre. Die Probenahme war allerdings an der Schachtquelle sehr erschwert, an der Marienquelle konnte dieselbe aber ohne Schwierigkeit stattfinden.

Da es nun höchst unwahrscheinlich ist, dass das aus Felsenspalten entspringende Wasser der eigentlichen Schachtquelle bakterienreicher ist als das Wasser der übrigen warmen Quellen Schlangenbads, es sich bei der Besichtigung indessen ergab, dass von einer anderen Stelle Wasser in den Stollen der Schachtquelle geleitet wird, so liegt die Annahme nahe, dass dieses hinzugeleitete Wasser den relativ hohen Bakteriengehalt verursacht.

Aus dem Gesagten folgt, dass der Befund der bakteriologischen Untersuchung der Wasser der Gruppen 1 bis 3 die auch schon anderweitig ermittelte Thatsache bestätigt, dass nämlich

Quellen, welche aus hinreichender Tiefe kommen, gut gefasst und gegen den Einfluss von Atmosphärien, Humusbestandtheilen und Abgängen thierischer und menschlicher Herkunft ganz sicher geschützt sind,

keine oder doch nur sehr wenige Bakterien enthalten;
und dass, wenn man eine verhältnissmässig grosse Anzahl von Bakterien in einem Wasser antrifft,

dies äusseren, fremden Einflüssen zugeschrieben werden muss.

Natürliche Quellwasser können nun immer am leichtesten durch die Bestandtheile des umgebenden Bodens verunreinigt werden. Letzterer, zumal ein an Humusbestandtheilen reicher, wie Wald-, Garten- und Ackererde, enthält eine ganz ausserordentlich grosse Zahl von Bakterien, wie man sich leicht überzeugen kann, wenn man ganz wenig Gartenerde mit Nährgelatine auf einer Platte zur Cultur ausbreitet. Die zur Entwicklung gelangenden Bakterien haben mit den im Wasser vorkommenden grosse Aehnlichkeit. Dieselben gehen, wenn man sie in Quell- und Leitungswasser überträgt, wie Versuche von Heräus im hiesigen Laboratorium erwiesen, zum grossen Theil nicht zu Grunde, sondern gelangen sogar zur Vermehrung.

Treffen wir bei einer bakteriologischen Untersuchung eine sehr erhebliche Zahl von Bakterien an, so ist demnach der Schluss gerechtfertigt, dass entweder ein an sich reines Quellwasser in der oben angeführten Weise verunreinigt wird, oder

dass wir ein Wasser vor uns haben, welches durch die Anwesenheit gelöster, organischer Stoffe von abgestorbenen Pflanzen und Thieren die Ernährung von Bakterien begünstigt, z. B.: Bach-, Fluss-, Teich- u. s. w. Wasser.

Man hat versucht Grenzwerthe für die in Wasser zulässigen Mengen von Bakterien festzustellen. So sehr dies auch die Beurtheilung eines Wassers aus dem bakteriologischen Befunde erleichtern würde, so wenig haben doch solche Zahlen Berechtigung, bevor dieselben nicht durch vielfache und in regelmässigen Zeitabschnitten wiederholte Versuche festgestellt worden sind. Auch dürften solche Normen nach verschiedenen Gegenden zu modificiren sein, indem man z. B. für Niederungen, in denen nur filtrirtes Grundwasser zur Benutzung gelangen kann und für solche Gegenden, denen Gebirgsquellwasser zugänglich ist, nicht denselben Maassstab anlegen darf.

Ein Zusammenhang zwischen der chemischen Zusammensetzung der Wasser und der Menge der darin vorhandenen Bakterien lässt sich bis jetzt noch nicht erkennen.

B. Beurtheilung aus den Arten der ermittelten Bakterien.

Zieht man die ermittelten Arten der Bakterien in Betracht, so ist zunächst die Entscheidung der Frage wichtig:

Sind die angetroffenen Bakterien wirkliche Wasserbewohner? oder sind dieselben nur durch äussere Verhältnisse in das Wasser hinein gerathen und halten sie sich nur vorübergehend in demselben auf?

Im ersteren Falle müssten wir die Bakterien als natürliche Zugabe zu einem Wasser mit hinnehmen, im anderen Falle gälte es, die Ursachen zu ermitteln und, wenn möglich, abzustellen, welche ein Uebertragen von Bakterien in das Wasser bewirken.

Die Feststellung, welche der gefundenen Bakterienspecies als vorwiegend oder ausschliesslich wasserbewohnend anzusehen sind und welche nicht, setzt eine genaue Kenntniss der überhaupt vorkommenden Bakterien voraus.

Da sich diese specielle Kenntniss aber noch keineswegs auf alle Bakterien, besonders die grosse Menge der Saprophyten erstreckt, so dürfte ein Urtheil in diesem Sinne in der Regel noch nicht abgegeben werden können.

Ein weiterer Gesichtspunkt, von welchem der Befund der bakteriologischen Untersuchung eines Wassers zur Beurtheilung desselben in's Auge gefasst werden muss, ist derjenige: sind die gefundenen Bakterien pathogen, oder noch genauer: gehören sie zu denjenigen, die man bis

jetzt als krankheitserregend erkannt hat, oder sind sie es nicht und was haben wir in letzterem Falle für einen Einfluss von ihnen zu erwarten?

In der Regel wird man pathogene Formen im Wasser nicht antreffen; die gefundenen Arten werden vielmehr solche sein, die man als saprophytische bezeichnet.

Die Wirkungen der Lebensthätigkeit dieser Bakterien bestehen im Allgemeinen in der Umlagerung von Moleculen und Atomgruppen in anorganischen und organischen Verbindungen.

Dies haben u. A. gezeigt:

Schlösing, Müntz und Wollny bei den Nitrificationsvorgängen und bei der Oxydation von Kohlenstoffverbindungen zu Kohlensäure im Boden,

Müntz und Marcano bei der Bildung von Salpeterfeldern in tropischen Gegenden,

Cohn bei der Reduction von Sulfaten zu Schwefelwasserstoff und Schwefel, sowie der Nitrate zu Nitriten, Ammoniak und gasförmigem Stickstoff,

Fitz und Hueppe bei der Buttersäuregährung, Pasteur, Hueppe und Escherich bei der Milchsäuregährung,

Rosenbach, Bienstock und Hauser bei der stinkenden Fäulniss,

Duclaux und Hueppe bei der Lösung von Albuminaten ohne stinkende Fäulniss,

Hueppe, Wortmann und Bienstock bei der Ueberführung von Stärke in Zucker,

Leube und Graser bei der Hydratation von Harnstoff, und Schröter und Hueppe bei Pigmentbildungen.

Es ist demnach anzunehmen, dass auch die speciell aus natürlichem Wasser stammenden saprophytischen Bakterien ähnliche Zersetzungen wie die geschilderten bewirken.

Einen Anhaltspunkt zur allgemeinen Orientirung hierüber bieten die Impfungen von sterilisirter Milch mit zu untersuchenden Bakterien-species.

Die Resultate, welche ich bei der Uebertragung einiger der in dem Wasser Wiesbadens angetroffenen Bakterien erhielt, sind folgende:

Bezeichnung der Bakterien.	Verhalten der Milch in 10 Tagen nach erfolgter Impfung.	
	Bei Zimmertemperatur.	Bei Brutwärme.
Mikrokokkus A.	Die Milch ist zur Hälfte in eine hellgelbe, durchsichtige Flüssigkeit verwandelt. Am Boden befindet sich ein weisses Gerinnsel. Die Flüssigkeit reagirt sauer.	Das zuerst eingetretene Gerinnsel ist beinahe vollständig zu einer hellgelben klaren Flüssigkeit aufgelöst.
Mikrokokkus B.	Eine Veränderung ist nicht sichtbar.	Keine Veränderung.
Mikrokokkus C.	Wie bei Mikrokokkus B.	
Bacillus A.	An der Oberfläche beginnt die Milch in eine gelbe, durchsichtige Flüssigkeit überzugehen.—Der Rahm ist hellbraun gefärbt.	Wie bei Zimmertemperatur.
Fadenbakterie A.	Eine Veränderung ist nicht sichtbar.	$\frac{1}{4}$ der Milch ist in eine gelbliche, durchsichtige Flüssigkeit verwandelt.
Bacillus B.	$\frac{3}{4}$ der Milch ist in eine gelbliche, durchsichtige Flüssigkeit verwandelt.	Die ganze Milch ist in eine helle, gelbliche Flüssigkeit übergegangen. Am Boden befindet sich ein geringer, weisser Niederschlag.

Aus diesen Versuchen geht hervor, dass die Mikrokokken B und C Gährungs- und verwandte Erscheinungen nicht bewirken, dass dagegen Mikrokokkus A Milchsäuregährung und Peptonisirung des Eiweisses, die übrigen das Letztere in mehr oder weniger hohem Grade veranlassen können.

Versuche des Verfassers, ob einige von den ermittelten Bakterien im Stande sind, Ammoniak zu oxydiren, hatten bis jetzt ein negatives Resultat.

Eine Wiederholung dieser und ähnlicher Versuche ist in's Auge gefasst.

Dass manche aus Wasser stammenden Bakterien Fäulniss hervorrufen, nimmt man oft genug bei Gelatine-Cultur-Platten durch den Geruch wahr.

Viele der aus Wasser stammenden Bakterien bewirken, wie wir oben gesehen haben, Verflüssigung der Gelatine.

Diesen Bakterien eine besondere Wichtigkeit beizulegen, liegt kein Grund vor.

Eine sehr wichtige Bakterienart, der Typhus-Bacillus, verflüssigt die Gelatine nicht im Geringsten.

Viele Wasserbakterien erzeugen ferner Pigmente: so trifft man häufig rothe, spangrüne, zeisiggrüne, rosafarbene, dunkelbraune und anders gefärbte Bakterien-Colonien bei bakteriologischen Wasserculturversuchen an. Der Mikrokokkus prodigiosus ist im hiesigen Laboratorium schon mehrere Male aus Wasser cultivirt worden.

Wahrscheinlich beruht auch die merkwürdige, von R. Fresenius beobachtete und in seiner Abhandlung über die Schwefelquelle zu Weilbach beschriebene Thatsache, dass nämlich der Schwefelwasserstoffgehalt des in Krüge abgefüllten Weilbacher Schwefelwassers beim Lagern zuerst abnimmt, dann wieder wächst, auf der Lebensthätigkeit von Bakterien.

Eine Beurtheilung eines Wassers in Berücksichtigung der in demselben angetroffenen saprophytischen Bakterien kann mangels der uns bis jetzt noch fehlenden Kenntniss des physiologischen Verhaltens jeder einzelnen Bakterien-Art noch keine ganz erschöpfende sein.

Dieselbe erhält aber durch die Kenntniss der allgemeinen Eigenschaften dieser saprophytischen Bakterien einen wesentlichen Anhaltspunkt.

Dass die saprophytischen Bakterien einen nachtheiligen Einfluss auf die menschliche Gesundheit durch den Genuss von Wasser, welches selbst erhebliche Mengen dieser Mikroorganismen enthält, nicht ausüben, lehrt die Erfahrung.

Fände man bei der bakteriologischen Untersuchung eine Bakterien-Art, welche den Verdacht erregt eine von denjenigen zu sein, die man als krankheitserregend erkannt hat, so wäre die Identität durch eingehendste Prüfung unter den verschiedensten Culturbedingungen und parallel mit Bakterien der vermutheten Art und durch Thierversuche zu constatiren. Würde der Verdacht unzweifelhaft bestätigt, so wäre das Wasser nicht allein zu beanstanden, sondern zu verbieten und nicht allein als Trinkwasser, sondern hauptsächlich auch für Gebrauchszwecke.

Aus dem Gesagten ergibt sich, dass die bakteriologische Untersuchung eines Wasser der Beurtheilung desselben im Hinblick auf gesundheitsgemäße Beschaffenheit schon jetzt wesentliche Anhaltspunkte bietet und dass systematisch fortgesetzte Untersuchungen höchst wahrscheinlich noch wichtige Aufschlüsse bringen werden.

Wiesbaden, im October 1885.

Bericht über die Fortschritte der analytischen Chemie.

I. Allgemeine analytische Methoden, analytische Operationen, Apparate und Reagentien.

Von

W. Fresenius.

Unter dem Titel mikroskopische Reactionen hat K. Haushofer*) eine Anleitung zur Erkennung verschiedener Elemente und Verbindungen unter dem Mikroskop herausgegeben.

Es sind darin Methoden, wie sie schon verschiedentlich anderweitig in Vorschlag gebracht worden sind und auch einzeln in dieser Zeitschrift besprochen wurden, beschrieben.

Von besonderer Wichtigkeit, namentlich für den minder Geübten, sind die zahlreichen Abbildungen der für die einzelnen Substanzen charakteristischen Krystall- und Wachstumsformen. Dabei sind meist die so sehr charakteristischen Auslöschungsrichtungen des polarisirten Lichtes im Verhältniss zu den Krystallkanten angedeutet.

Eine kurze Anleitung zur Anstellung mikroskopischer Reactionen geht der Besprechung der einzelnen Formen voraus.

Da sich die Beschreibung der hier in Betracht kommenden Operationen und Erscheinungen meist nur in den Lehrbüchern der Petrographie finden, so wird das Werkchen dem Chemiker willkommen sein, welcher ja leicht einmal in die Lage kommen kann, eine solche Methode heranziehen zu müssen und dabei — mit einzelnen Ausnahmen in Specialgebieten — bisher meist der Anhaltspunkte zur Vergleichung entbehren.

*) Braunschweig bei Fr. Vieweg & Sohn 1885.