XIII.

Die verschiedenen Arten der im Wasser vorkommenden Mikroorganismen.

In offenen Wässern können unter Umständen alle möglichen Bakterienarten vorkommen. Viele der zufällig in das Wasser gelangten Mikroorganismen werden indessen nach kurzer Zeit daraus wieder verschwinden, sei es dass sie zu Boden sinken bezw. niedergerissen werden oder dass sie absterben. Mit der Zeit vermindert sich die Artenzahl noch weiter, indem die Mikroorganismen, welche ihrer Natur nach im Wasser die günstigsten Lebensbedingungen finden, die übrigen Organismen mehr oder minder vollständig verdrängen.

Vom gesundheitlichen Standpunkte aus hat die Bestimmung der Arten in offenen Wässern geringen Werth, da alle offenen Wässer mit wenigen Ausnahmen — wie früher auseinandergesetzt worden ist — als verdächtig zu bezeichnen sind. Die Bestimmung der Arten kommt also nur dann in Frage, wenn pathogene Bakterien aufgesucht werden sollen, eine Aufgabe, worauf später zurückzukommen ist.

Bei den Brunnen liegt die Frage etwas anders. Von den bei ihrer Herstellung ursprünglich hinein gelangten Keimen werden ebenfalls nach einiger Zeit alle Arten bis auf die wenigen eigentlichen „Wasserbakterien“ verschwunden sein.

Gelangen jedoch unreine Zuflüsse in einen Brunnen, so tragen diese fortwährend neue Arten hinzu.

Vielfach besteht desshalb die Annahme, dass bei Brunnen wenige Arten für eine unverdächtige, viele Arten für eine verdächtige, auf unreinen Zuflüssen beruhende Herkunft der Bakterien sprächen.

Man darf hierbei von vornherein nicht unberücksichtigt lassen, dass temporäre Verunreinigungen, welche in grösseren Zwischen-

räumen eintreten, trotz der Artbestimmung der Beobachtung leicht entgehen, weil zu der Zeit der Probeentnahme und Untersuchung die fremden Bakterien schon wieder abgestorben sein können.

Ferner ist die Bestimmung der Artenzahl in einem Wasser gewöhnlich mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden. Die Strömungen im Brunnenwasser sind nicht stark; es werden sich also darin Anhäufungen von Bakterien bilden, welche aus wenigen Organismen derselben Art entstanden sind. Gelangt eine derartige Colonie in eine Probe, so wird man über den wahren Gehalt des Wassers an Bakterien und an Arten getäuscht. Weiter ist zu bedenken, dass wie im Wasser selbst, so auch auf den Nährgelatineplatten die selteneren Arten von der dominirenden Art unterdrückt werden; wenn viele Organismen einer Art auf der mit Wasser und Nährgelatine beschickten Platte zum Wachsthum kommen, so bleiben die Colonien der weniger zahlreichen Arten, wenn sie überhaupt sichtbar werden, klein und lassen ihre charakteristischen Merkmale nicht zu Tage treten. Hierzu kommt noch, dass gerade in denjenigen Fällen, wo Schmutzwasser oder unreines Grundwasser eindringt, die Zahl der Bakterien erheblich zu sein pflegt.

Bei den sogenannten Verdünnungsplatten, welche oft nur $^1/_{10}$ bis $^1/_{100}$ ccm Wasser enthalten, fällt dieser Fehler allerdings fort, vorausgesetzt, dass die Verdünnung gross genug ist, dafür tritt aber wieder eine andere Fehlerquelle ein; sofern nämlich die Anzahl der Keime gering ist, kommen die unvermeidlichen Verunreinigungen, d. h. die bei den verschiedenen Manipulationen aufgefangenen Bakterien wesentlich in Betracht. Durchschnittlich rechnet man etwa sechs Colonien auf die Platte als durch Verunreinigung entstanden. Sind diese sechs Colonien verschieden, so zählt man fälschlich sechs weitere Arten, wodurch ein nicht unbedeutender Fehler bedingt wird. Derselbe lässt sich durch die später erläuterte Rollröhrchenmethode von v. Esmarch dann vermeiden, wenn wenig verflüssigende Bakterien im Wasser enthalten sind; finden sich mehrere, die Gelatine in grösserem Umkreise verflüssigende Keime, so sind die Rollröhrchen nicht wohl brauchbar.

Weiter kommt hinzu, dass einige Arten in der Nährgelatine sehr langsam wachsen, und leider enthält fast jedes Wasser verflüssigende Keime, welche also diese Arten nicht in die Erscheinung treten lassen. Sämmtliche anaërobe, und alle bei höherer Temperatur wachsende Arten bleiben auf den Gelatineplatten unsichtbar, und hierdurch entsteht ein Fehler, welcher wesentlich grösser ist, als der durch dieselben Verhältnisse bei der blossen

Keimzählung entstandene. In jedem Wasser finden sich nämlich immer eine oder mehrere dominirende, auf Gelatine gut wachsende Bakterienarten, sie beherrschen die Zahl, und ihnen gegenüber kommen die wenigen, nur bei Luftausschluss oder hoher Temperatur u. s. w. gedeihenden kaum in Betracht; ganz anders liegt das Verhältniss bei Zählung nach der Artenzahl, da hat jede Art nur eine einzige Nummer, und kommen z. B. von zehn auch nur drei nicht zur Entwickelung, so ändert sich dadurch das Bild vollkommen. Ausserdem ist absolut nicht klar gelegt, was der Ausdruck „viele" Arten bedeutet.

Der Einzige, welcher überhaupt eine Artenzahl fixirt hat, ist Migula gewesen. Er sagt: „Die Bakterien, welche auch in wirklich reinem Wasser in grösserer Menge vorkommen, beschränken sich auf sehr wenig Arten, und wo mehr als zehn Arten in einem Cubikcentimeter Wasser vorkommen, kann man annehmen, dass das Wasser in höherem oder geringerem Grade durch organische Substanzen verunreinigt ist".

„Man wird ganz allgemein die Wahrnehmung machen, dass überall da, wo anerkannte Fäulnissbakterien auftreten, auch die Zahl der vorhandenen Bakterienarten eine grössere ist, und je mehr Arten vorhanden sind, desto grösser wird im Allgemeinen auch die Verunreinigung des Wassers sein."

Der Autor stellt dann noch die bakteriologischen Befunde von 400 Brunnen zusammen und schliesst, da ein Achtel der ganzen Zahl über zehn Bakterienarten enthält, dass diese Wässer verunreinigt seien. Untersuchungen nach der chemischen Richtung hin, sowie Mittheilungen über die Oertlichkeit fehlen vollständig, und hierdurch allein schon wird dem Urtheil Migula's über seine 400 Brunnen jeder Boden entzogen, und die Behauptung, dass in wirklich reinen, d. h. der Infectionsgefahr nicht ausgesetzten Wässern nicht mehr als zehn Arten vorkommen, schwebt in der Luft. Man darf wohl annehmen, dass selbst in einem gut verwahrten, infectionssicheren Kesselbrunnen an den verschiedenen Stellen der Wandung und der Pumpe mehr als zehn Arten von Mikroben wachsen, welche bei Gelegenheit alle im Wasser in einer Anzahl von Exemplaren vertreten sein können.

Ferner ist in dem vorstehenden Ausspruch von „Verunreinigung durch organische Substanzen" die Rede, welche durch die Artenzahl bewiesen werden soll. Im Allgemeinen verfolgt aber die Bakteriologie des Trinkwassers den Zweck, nicht die Verunreinigung, sondern die Möglichkeit der Infection eines Wassers zu erweisen, und die Gegenwart der Bakterien so-

wohl als der organischen Substanz sind in dieser Beziehung gleichwerthig, d. h. sie sind Beweisstücke für oder gegen die Infectionsmöglichkeit — bezw. Wahrscheinlichkeit.

Des Nachweises der organischen Substanz durch die Bakterien bedarf es ausserdem nicht, dieser wird vielmehr ganz selbständig durch die chemische Untersuchung geliefert.

Was weiter die „anerkannten Fäulnissbakterien" betrifft, so ist zu bedenken, dass Fäulniss ein gar nicht zu definirender Begriff ist. Alle auf todtem, organischem Material lebenden Bakterien sind Zerleger dieses Materials, eine Grenze zu den Fäulnissbakterien hin ist gar nicht zu ziehen. Ausserdem sind die Mikroorganismen, welche man bei dem hauptsächlichsten Fäulnissprocess, der Fäulniss thierischer Gewebe, findet, fast ubiquitär. Legt man ein Stück keimfreien Fleisches in „reine" Luft, oder taucht es in „reines" Wasser, so ist es rettungslos dem Verderben verfallen. Ob die veranlassenden Mikroben sich im Wasser weiter entwickeln, hängt von Aeusserlichkeiten und Zufälligkeiten ab. Schon eine grössere Zahl abgestorbener Wasserbakterien giebt z. B. dem Proteus vulgaris, einem sehr häufig bei Fäulniss vorhandenen, fast überall vorkommenden Mikroben, genügendes Material zur Entwickelung; ein Holzstückchen, ein abgestorbenes Schimmelfädchen genügt zur üppigen Bakterienvegetation. (Vergl. auch S. 540.)

Von allen Bakterienarten kommt bezüglich des Nachweises der Infectionsgefahr — abgesehen von den pathogenen Keimen selbst — nur einer Gruppe eine grössere Bedeutung zu, nämlich denjenigen, welche sich gewöhnlich in Begleitung der pathogenen Bakterien befindet, das heisst den Mikroorganismen der Auswurfstoffe, also in erster Linie des Kothes.

Findet man sie in einem Wasser, gleichgültig, ob in einem offenen oder in einem anscheinend gut verwahrten, so wird man immer den Genuss dieses Wassers widerrathen. Aber man darf trotzdem nicht vergessen, dass die genauer studirten Fäcesbakterien zum Theil in der Natur weit verbreitet und vorzüglich geeignet sind, auch ausserhalb des Körpers zu leben und sich zu vermehren. Also nicht einmal diese Arten sind diagnostisch völlig einwandsfrei.

Betrachtet man die Gruppe genauer, so ist zunächst zuzugeben, dass gelegentlich die verschiedensten Arten von Bakterien in den Fäces sich finden. Häufig sind Heubacillen- und Proteusarten, indessen dürfte Niemand, wenn er sie im Wasser entdeckt, behaupten wollen, sie stammten aus den Fäces, weil sie überall, also auch in sicher unverdächtigen Wässern vorkommen. Der von

Miquel[1]) im Koth aufgefundene Bac. thermophylus wächst nicht bei Zimmertemperatur; der Bac. lactis erythrogenes ist von Baginski[2]) einmal im Stuhl eines Kindes gesehen worden. Die vier von Bienstock[3]) angegebenen Mikroben, der Bac. putrificus coli, Bac. subtilis similans I u. II, der Bac. pseudomurisepticus sind so ungenau beschrieben, dass, den Bac. putr. vielleicht ausgenommen, es schwer sein dürfte, sie wiederzufinden; das Bac. lactis aërogenes Escherich[4]) und das wahrscheinlich damit identische Bac. tholoeidum Gessner[5]) sind zwar im Duodenum und Dünndarm von Individuen, die Milch geniessen, zahlreich, dahingegen sind sie im Stuhl selbst nur selten vorhanden; der Bac. cavicida Brieger[6]) kommt ebenfalls nicht häufig vor.

Von der ganzen Gruppe der Kothbakterien bleibt somit, soweit sie auf Nährgelatine zum Wachsthum kommen, nur das Bac. coli commune, welches nicht selten in Reincultur oder mit nur wenig anderen Bakterien gemischt auf den aus Koth hergestellten Culturplatten erscheint und von welchem im nächsten Capitel ausführlicher die Rede sein wird. Aber auch dieses findet sich ausserhalb des menschlichen und thierischen Körpers ebenfalls, und zwar ganz ungemein häufig; schon wenig Stunden nach der Geburt gelangt es in den Darm jedes Menschen und einer grossen Reihe von Thierarten hinein. Zudem findet man es an den verschiedensten Orten und bei den verschiedensten Gelegenheiten. Selbst wenn also das Bac. coli com. im Wasser gefunden wird, so ist das noch kein Beweis für die Verunreinigung des Wassers mit Fäcalien.

Hiernach darf man von der Artenbestimmung zur Zeit wenig erwarten, und die Hoffnung, aus der Artenbestimmung einen grösseren Nutzen zu ziehen als aus der Zählung der Individuen, hat sich bis jetzt als trügerisch erwiesen.

Der Werth, der Nutzen der Bakteriologie für die Untersuchung des Wassers hat eine gewisse feste Grenze, über die wir auch durch die Artbestimmung nicht hinaus können. Die Bakteriologie kann uns, abgesehen von dem Nachweis von Krankheitskeimen, schliesslich nur ein Urtheil geben über die genügende oder ungenügende Filtration, darin liegt ihre Aufgabe und das ist ihre Grenze. Zur Bestimmung der Filtrationsleistung aber, natürlicher oder künstlicher, dient allein die Zahl der durchgetretenen Individuen und nicht die der Arten.

---

[1]) Eisenberg, Bakt. Diagnostik, Nr. 107. [2]) Das. Nr. 61. [3]) Das. Nr. 154, 158, 159, 287. [4]) Das. Nr. 289. [5]) Das. Nr. 290. [6]) Das. Nr. 292.

Selbstverständlich hat die Artbestimmung dann Werth, wenn es sich um den Nachweis specifischer Zersetzungen handelt. Soll z. B. der Einfluss des Wassers auf Bierwürze bestimmt werden, so tritt die Artbestimmung in ihr Recht; es kommt in solchen Fällen darauf an, die für die Würze schädlichen Keime, also „ihre pathogenen" Bakterien, zu finden, nur diese haben Interesse, die sonst gefundenen Arten sind auch da belanglos.

Aber aus der Anwesenheit von z. B. Eiweiss unter stinkender Fäulniss umsetzender Bakterien in einem Wasser auf seine hygienische Qualität zu schliessen, ist nicht gestattet, denn auch solche Zersetzungen einleitende Keime sind, wie eben gezeigt wurde, fast überall vorhanden.

Von Interesse kann es sein, die Bakterienflora zweier benachbarter Wässer, z. B. eines Fluss- und eines Brunnenwassers, mit einander zu vergleichen, um event. durch die Artenbestimmung einen Zusammenhang der Wässer zu construiren oder auszuschalten.

Im Allgemeinen aber ist vom hygienischen Standpunkte aus die Bestimmung der im Wasser aufgefundenen Arten mit ihren charakteristischen Eigenschaften nicht erforderlich.

Um indessen den besonderen Zwecken zu genügen und dem Wunsche derjenigen, welche sich über die Bakterienflora des Wassers zu orientiren wünschen, gerecht zu werden, seien die Hauptarbeiten über die Diagnostik der Bakterien des Wassers hierunter angegeben.

Bolton: Ueber das Verhalten verschiedener Bakterien im Trinkwasser. Zeitschrift für Hygiene, Bd. I, S. 76.

Adametz: Die Bakterien der Trink- und Nutzwässer. Heft I der Mittheilungen d. Oesterr. Versuchsstation für Brennerei und Mälzerei in Wien 1888.

Maschek: Bakteriologische Untersuchungen der Leitmeritzer Trinkwässer.

Breunig: Bakteriologische Untersuchung des Trinkwassers der Stadt Kiel. Dissert. Kiel 1888.

Tils: Bakteriologische Untersuchung der Freiburger Leitungswässer. Dissert. Freiburg 1890.

Tataroff: Die Dorpater Wasserbakterien. Dissert. Dorpat 1891.

Russell: Untersuchungen über im Golf von Neapel lebende Bakterien. Zeitschr. f. Hygiene u. Inf., Bd. XI, S. 165.

G. u. P. Frankland: Ueber einige typische Mikroorganismen im Wasser und Boden. Zeitschr. f. Hyg., Bd. VI, S. 373.

Zimmermann: Die Bakterien unserer Trink- und Nutzwässer. Chemnitz 1891 u. 1893.

J. Eisenberg: Bakteriologische Diagnostik. Hamburg und Wien 1890.

A. Lustig: Diagnostik der Bakterien des Wassers. Jena 1893.

Ein gutes Quellenregister für die einzelnen Arten giebt Percy Frankland in den Proceedings of the R. Society. London 1892, July.