Kleine Bibliothek Nr. 10

Von Dr. Adolf Reitz

Vereins-Ausgabe

A 06 -000

J. H. W. Dietz Nachf. Stuttgart

Die Bakterien

Eine Einführung
in das Reich der Mikroorganismen

Von Dr. Adolf Reitz

Mit Abbildungen

A 06 - 00052

Stuttgart
Verlag von J. H. W. Dietz Nachf.
1911

Alle Rechte vorbehalten.

Druck von Paul Singer in Stuttgart.

Inhalts-Verzeichnis.

	Seite
Vorrede	4
Einleitung	5
Allgemeines über Bakterien	7
Die bakteriologischen Untersuchungsverfahren	16
Krankheitserreger	27
1. Der Milzbrandbazillus	27
2. Der Tuberkelbazillus	30
3. Der Typhusbazillus	35
4. Der Erreger der Ruhr (Dysenterie)	38
5. Der Pestbazillus	38
6. Der Erreger des Starrkrampfes (Tetanus)	41
7. Der Erreger der Diphtherie	43
8. Der Erreger der Cholera	46
9. Der Erreger der Gonorrhöe (Tripper)	51
10. Die Streptokokken	53
11. Der Erreger der Influenza (Grippe)	55
12. Der Erreger der grünen Eiterung	56
Das Immunitätsproblem	58
Desinfektion	63
Farbstoff- und Leuchtbakterien	66
Stickstoffbakterien des Bodens	69
Die Bakterien des Wassers	73
Bakterien und Nahrungsmittel	82
1. Die Bakterien von Milch und Molkereiprodukten	82
2. Bakterien auf Fleisch und Gemüse	86
3. Die Bakterien des Mehles und Brotes	89
Anhang	91

Vorrede.

Eine kleine Einführung in die Vorgänge, die von den Bakterien verursacht werden, will diese Schrift sein. Man hört und liest ja so viel von ihnen, in der Regel aber nur Bruchstücke, die das Verständnis oft hemmen. Gibt es doch Menschen, die keinen Glauben an diese Bakterien haben. Wie wenn es sich um ein Glauben handeln könnte.

Dieses Büchlein will vornehmlich zeigen, daß es sichere Ergebnisse emsiger und oft gefahrvoller Forschertätigkeit sind, welche die neue Wissenschaft, die Bakteriologie, zu ihrer Bedeutung gebracht haben. Am Bett des Siechen, in der Küche, in unseren Ausscheidungsstoffen, im Erdboden sind die Bakterien tätig. Unsichtbar wirken sie Großes. Lernen wir sie kennen, so erschrecken sie uns, aber zugleich freuen wir uns über ihr Wirken, über ihr geregeltes einsichtsvolles Tun, denn sie sind die wichtigsten Mittler, die unschätzbaren dienstbaren Geister im Haushalt der Natur.

Nicht alles konnte in dieser Schrift vereinigt werden. Sie soll nur das Interesse am Reiche der Mikroorganismen wecken und eine allgemeine Kenntnis darüber ermöglichen.

Die Gesundheitslehre erhielt durch die Bakteriologie einen wichtigen Grund und Boden. Nachdem die Gefährlichkeit der Krankheitserreger erkannt wurde, fand man und wird noch weiter Mittel und Wege finden, sie erfolgreich zu bekämpfen. Daß der Inhalt des Büchleins auch nach dieser Richtung hin Gutes zeugen möge, ist der innige Wunsch des Verfassers.

Januar 1911.

Dr. Adolf Reitz.

Im Anhang befindet sich die Erklärung schwer verständlicher lateinischer Ausdrücke und Bezeichnungen.

Einleitung.

Am Waldesboden lagern welke braune Blätter und über ihnen kosen Wind und Sonne noch das fahle Grün. Wenn mein Fuß das Mürbe am Boden streift, wird ein Rauschen von Tönen, und ich denke an einen alten Mann, der mit den Fingern sich durchs weiße Haar streicht.

Das Laub birgt Leben. Kleine Wesen sind in dem modernden Teppich, so klein, daß wir uns immer fragen müssen: Wie kann ein so Winziges leben, wie kann es atmen, wachsen, sich vermehren, alles mit dem schmächtigen Leib von der Größe eines tausendstel Millimeters?

Doch sie leben. Denn wenn wir Teile des Laubes in einem Tropfen Wasser bei starker Vergrößerung unter Benützung eines Mikroskops untersuchen, so schwimmen viele in schnellem Reigen vor unseren Augen, und wenn wir sie auf Stoffen züchten, die sie gern haben, werden aus wenigen Leibern so viele, daß wir sie mit bloßem Auge zu erkennen vermögen.

Wie merkwürdig! Bakterien ohne Mikroskop zu sehen?

Wenn unreines Wasser in einer Schale lange steht, wenn wir in einem Topfe etwas Heu oder Stroh mit Wasser übergießen, so bildet sich nach geraumer Zeit auf der Oberfläche des Wassers ein schillerndes Häutchen, in dem das Licht die schönsten Regenbogenfarben hervorzaubert.

Das Häutchen besteht aus vielen, vielen Bakterien, die, aneinander klebend, den dünnen Überzug geschaffen haben. Durch diese Wand von kleinen Körpern wird der übrige Teil des Wassers abgeschlossen, in dem bald solche Bakterien wuchern werden, denen es in dem von Luft abgeschlossenen Raume wohler ist.

Wenn die Milch des Sommers zuweilen blaue Flecken zeigt, ein Blau, das, wäre die Milch nicht zu Nahrungszwecken bestimmt, uns entzücken würde, so müssen wir uns vorstellen, daß in jedem blauen Fleckchen der Rahmschicht Millionen kleiner Lebewesen sitzen!

Wenn feuchtes Brot, wenn Hostien sich wie mit Blut überziehen, sind Bakterien am Werke, der Wunderbazillus, der stärke-

haltige Stoffe bevorzugt und auf diesen seinen blutroten Farbstoff, das Prodigiosin zu bilden vermag, das vielen Menschen schon das Leben gekostet hat. Nicht weil die rote Farbe giftig ist, etwa Krankheiten bringt. Der Wunderbazillus ist ein unschuldiges Kerlchen. (Siehe Abb. 3.) Als er noch nicht mit den Mikroskopen gesehen worden war, hielt man sein Wirken für Zauber und mordete nicht den kleinen Wunderbazillus, sondern arme Menschen.

Überall sind sie, diese Bakterien, im Boden, in der Luft, im Wasser, in unseren Nahrungsmitteln. Die welken Blätter bergen eine große, große Welt, in der noch mehr wie in der unsrigen ein Hasten und Auseinanderdrängen ist. Millionen und Millionen sind Tag und Nacht an der Arbeit, und trotz ihrer Kleinheit sind sie durch ihre Menge eine gewaltige Macht, die lautlos baut und stürzt. Das Geheimnis des Lebens wird, wenn wir an sie denken, dunkler und dunkler. Auch wir stehen ja drin. Auch uns werden sie stürzen.

* * *

Antony Leeuwenhoek, der sich vom Schnittwarenlehrling heraufgearbeitet hatte zu angesehener Stellung, schliff in seinen Mußestunden Glaslinsen. In geschickter Weise hatte er es verstanden, diese Glaslinsen so zu vereinigen, daß er beim Betrachten von Gegenständen diese in starker Vergrößerung zu erkennen vermochte.

Die eigentliche Entdeckung des Kleinsehers, des Mikroskops, muß man dem holländischen Optiker Zacharias Janssen zusprechen, der im Jahre 1590 als erster ein solches baute.

Mit einer solchen Vorrichtung untersuchte nun Leeuwenhoek alles mögliche: Muskelfleisch, in dem er eine Querstreifung der Muskelfasern feststellte, Blut, in dem er kleine Körperchen vorfand, die roten Blutkörperchen, Bierhefe, welche sich unter seinem Kleinseher als aus kleinen kugel- oder eiförmigen Teilchen bestehend entpuppte, und im Jahre 1683 Speichel, in dem er kleine Tierchen mit lebhafter Bewegung beobachtete, die er Animalcula taufte und genau aufzeichnete. Nach diesen Zeichnungen wissen wir, daß es sich um Bakterien handelte. Ein menschliches Auge hatte Bakterienindividuen erblickt. Ein großer Schritt ins Reich des Unsichtbaren war gemacht.

Das Mikroskop wurde natürlich im Laufe der Zeit wesentlich verbessert. Die Instrumente, deren sich der Forscher unserer Zeit bedient, sind außerordentlich fein gebaut, mit solchem technischen Scharfsinn konstruiert, daß das Arbeiten an ihnen eine Freude ist. Ein modernes Mikroskop ist in Abbildung 1 wiedergegeben.

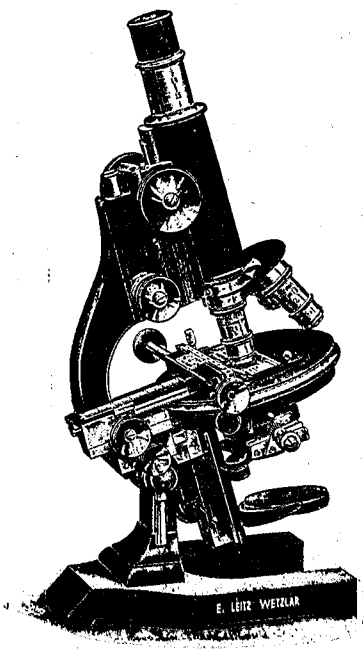


Abb. 1. Modernes Bakterienmikroskop.

Mit der Vervollkommnung des Mikroskops allein können aber die Fortschritte der Bakteriologie nicht erklärt werden.

In den siebziger Jahren des vorigen Jahrhunderts, als der französische Forscher Pasteur, als der deutsche Meister Robert Koch sinnreiche Methoden erfanden zur Züchtung der Bakterien, waren die Grundlagen gegeben zur Wissenschaft von den Bakterien; erst als es gelungen war, die einzelnen Bakterienarten voneinander zu trennen, sie einzeln zu beschreiben, kam man sich darüber ins klare, welche hohe Bedeutung sie bei der Entstehung von Krankheiten, überhaupt im Strom des Lebens haben.

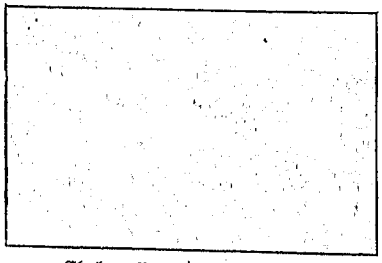
Allgemeines über Bakterien.

Wenn man die grünen Fäden, die sich zuweilen in den Aquarien, in Gewässern vorfinden, bei starker Vergrößerung untersucht, so findet man, daß sie aus einzelnen wohlumgrenzten Teilen bestehen, die man Zellen heißt. Viele solcher Zellen sind aneinandergereiht und bilden den Algenfaden. Alle Lebewesen bestehen aus solchen Zellen, aus umgrenzten Teilen, die außerordentlich klein sind.

Abb. 2. **Spaltpilze oder Bakterien.**

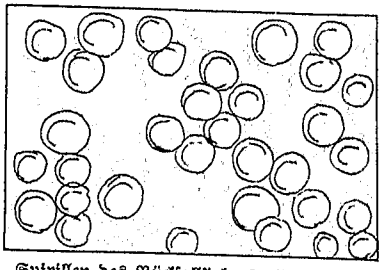
Typhus-Bazillen. Vergr. 2500.

Diphtherie-Bazillen. Vergr. 2500.

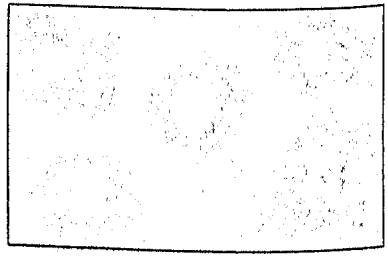


Cholera-Bazillen. Vergr. 1000.

Tuberkel-Bazillen. Vergr. 3000.

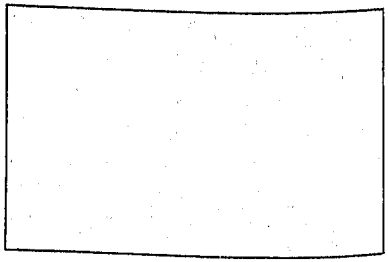


Spirillen des Rückfallfiebers. Vergr. 750.



Ausfatz-Bazillen in der Unterhaut.

Bazillen der Hühner-Cholera im Blut.



Mitrokokken aus Trinkwasser.

Abb. 3. Bacterium prodigiosum (Wunderbazillus) Kartoffelkultur.

Je nachdem ein Lebewesen aus vielen Zellen oder aus einer einzigen besteht, sprechen wir von Vielzellern oder von Einzellern. Der Mensch, die Tiere, die höheren Pflanzen gehören zu den Vielzellern. Die Bakterien sind Einzeller, denn das ganze Bakterienindividuum besteht aus einer einzigen Zelle. Die Form dieser Zelle kann eine verschiedene sein. Sie ist bei Bakterien kugelförmig oder zylindrisch, das heißt stäbchenartig. Man nennt die kugelförmigen Bakterien Kokken, die stäbchenartigen Bazillen oder Bakterien.

Bei manchen Arten finden wir eine Biegung des Zellkörpers. Ist diese Biegung schwach, so entsteht ein kommaähnliches Gebilde. Es sind die Vibrionen, zu denen unter anderen der Erreger der Cholera gehört.

Zeigt die Biegung weite Schraubengänge, so haben wir eine Spirillumart vor uns, sind die Schraubengänge eng, sieht der Einzeller wie ein Korkzieher aus, so ist es eine Spirochäte. Einige dieser Arten sind in Abbildung 2 gezeichnet.

Je nach den Verbänden, welche die Kokken, die runden Einzeller unter sich bilden, unterscheiden wir noch folgende Unterarten: Liegen die Kokken haufenförmig beieinander, so nennen

wir sie Staphylokokken, sind sie perlschnurartig aneinandergereiht, so handelt es sich um eine Streptokokkenart, sind acht Kokken warenballenförmig zu einer Gemeinschaft zusammengetreten, deren einzelnes Glied jedoch als selbständiges, auch außerhalb der Gemeinschaft lebensfähiges Individuum aufzufassen ist, so ist es eine Sarcina.

Eine Gemeinschaft aus vielen Bakterieneinzellern haben wir auch in der schillernden Haut vor uns, von der wir auf Seite 5 sprachen. Wir haben sie im schleimigen Überzug, der sich auf einer Kartoffelscheibe nach einiger Zeit bildet, denn die ganze Bakterienmasse ist miteinander verbunden durch eine Gallerte. Solche Bakterienhaufen werden als Zoogloea bezeichnet.

Man hat auch in das Innere des Bakterienkörpers blicken können. Es erscheint selbstverständlich, daß der Bau eines solchen Einzellers keineswegs einfach sein kann. Denken wir an die verwickelten Vorgänge bei der Nahrungsaufnahme, bei der Vermehrung, beim Wachstum und stellen wir uns vor, daß dies alles, die Fülle von Lebenserscheinungen, sich in einer winzigen Zelle abspielt, so müssen wir doch den Eindruck bekommen, daß eine Bakterienzelle keineswegs ein einfaches Gebilde sein kann.

In der Tat gelang es mit Hilfe der neueren Mikroskope, auch in der Zelle des Bakteriums Einzelheiten sichtbar zu machen, deren Bedeutung aber schwer aufzuklären ist, da es sich natürlich um außerordentlich kleine Verhältnisse handelt. Hervorzuheben ist, daß das, was wir in den Zellen höherer Organismen ständig vorfinden, den Kern, der im Leben der Zelle eine wichtige Rolle spielt, bei den Bakterien vergeblich gesucht wurde. Dagegen finden sich Chromatinkörner, deshalb so genannt, weil sie Farbstoffe schneller und intensiver aufnehmen als der übrige Zellkörper. Über die Natur dieser Körnchen ist zwar zu sagen, daß sie offenbar ähnliche Substanzen enthalten wie die Zellkerne höherer Lebewesen, sogenannte Nukleinsubstanzen. Wir werden aus Späterem ersehen, daß diese Körnchen bei der Feststellung der Bakterienarten eine wichtige Rolle spielen.

Der Zellinhalt besteht in der Hauptsache wie bei allen Zellen aus eiweißähnlichen Stoffen, aus dem Protoplasma, das umgeben ist von einer Haut, der Zellmembran. Die Zellhaut besteht jedoch nicht allein aus Zellulose, wie wir dies bei den Pflanzenzellen zum Beispiel finden, sondern in der Hauptsache

aus eiweißähnlichen, also stickstoffhaltigen Stoffen. Um die Membran, die außerordentlich dünn ist, ist zumeist eine gallertige Hülle gekleidet, die schwerer färbbar ist als die übrige Bakterienmasse.

Im Zellinhalt der Bakterien befinden sich außer Eiweiß bei bestimmten Arten auch Farbstoffe. Von der Farbstoffbildung des Wunderbazillus habe ich bereits erzählt. Diese Farbstoffbildung ist keine seltene Sache bei den Bakterien. Es gibt gelb, orange, grün, schwarz wachsende Arten. Einen kleinen Begriff von der bakteriologischen Farbenschachtel kann man sich machen, wenn man die Farben von Dingen beobachtet, welche in Verwesung oder Zersetzung begriffen sind. Zwar sträubt sich manchmal der Geruchssinn dagegen, doch, hat man sich ein bißchen daran gewöhnt, so entschädigt nicht selten das Auge.

Diese meisten Farbstoffe finden sich jedoch nicht im Zellinhalt gelagert. Die Pigmentbakterien, wie man die natürlich gefärbten Bakterien nennt, scheiden in der Regel diese Farbstoffe aus, so daß sie sich gelöst in dem Medium vorfinden, in dem die Bakterien wachsen.

Von stärkeähnlichen Stoffen findet sich in den Buttersäurebakterien die Granulose. Einzelne Bakterien, unter anderen der Tuberkelbazillus, sind ausgezeichnet durch ihren Fettgehalt. Die Schwefelbakterien enthalten Schwefel in Form von glänzenden Kügelchen.

Gelöst finden sich im Zellinhalt der Bakterien mannigfache sehr wichtige Bestandteile, zum Beispiel die Gifte der Krankheitserreger, Gärstoffe und andere.

An den Körperchen der Bakterien erkennt man zuweilen Bewegungsorgane, sehr dünne fadenförmige Fortsätze (Cilien). Mit diesen Cilien schlägt das Bakterium um sich und kann sich durch diese strudelnde Bewegung in Flüssigkeiten fortbewegen. Diese Geißeln können in verschiedener Weise am Bakterium angebracht sein. Besitzt das Bakterium nur eine Geißel, so zählen wir es zu den monotrichen Bakterien (Choleravibrio). Hat das Bakterium ein Bündel von Geißeln an einem Ende, so gehört es zu den lophotrichen Bakterien; sind die Geißeln rings um den Bakterienkörper angeordnet, so haben wir einen Vertreter der peritrichen Gruppe vor uns.

Die Bewegung, die mit diesen Geißeln hervorgerufen wird, ist keineswegs gleich. Wie es Bakterien gibt, die keine Geißeln

besitzen, sich also nicht vorwärts bewegen können, so gibt es auch große Unterschiede unter den begeißelten Arten. Die einen huschen mit großer Geschwindigkeit durch den Tropfen, den wir untersuchen, die anderen zeigen eine gemütlich wackelnde Bewegung, andere tänzeln zierlich.

Die Vermehrung der Bakterien erfolgt dadurch, daß nach gehörigem Wachstum einer Zelle, eines Bakteriums dieses sich in zwei spaltet. Wegen dieses einfach erscheinenden Vermehrungsvorganges werden die Bakterien auch Spaltpilze genannt. Sind es Kokken, also runde Arten, so wächst sich der Kokkus zu einem ellipsenähnlichen Organismus aus, spaltet sich, und beide Hälften runden sich.

Die Wachstumsgeschwindigkeit der Bakterien ist, vorausgesetzt, daß sie sich in nährstoffhaltigem Material und unter günstigen Wärmeverhältnissen befinden, eine sehr große. Bei den Choleravibrionen fand man, daß sie sich in 20 Minuten verdoppeln. Jedes dieser Individuen hat gleiche Kraft, gleiche Jugend, sich weiter zu vermehren, in weiteren 20 Minuten sind es vier, in weiteren 20 Minuten sechzehn usw. Rechnen wir weiter, so kommen wir auf ganz ungeheure Zahlen, die sich zwar in Wirklichkeit nicht gerade so groß gestalten, aber doch ein Bild davon geben, wie trotz der Kleinheit die Bakterien durch ihre Vermehrungskraft, durch die rasche Bildung von Millionen Nachkommen Größen darstellen.

Die Zeit, während der ein Individuum unter günstigen Ernährungsbedingungen als solches existieren kann, ohne sich in zwei zu spalten, wird als Generationsdauer bezeichnet. Bei allen Bakterien schwankt sie zwischen 20 und 40 Minuten. Nach dieser Zeit werden regelmäßig aus einem Individuum zwei.

Sind die Ernährungsverhältnisse ungünstig, so wird die Bakterienzelle diesen unbequemen Einflüssen Widerstand leisten können, jedoch nicht lange, dann wird sie absterben.

Die Natur hat eine Art von Lebensruhe eingeschaltet, die sehr wichtig ist für das Fortkommen der Bakterien. Hat die Bakterienzelle gewisser Arten nicht genügend Wasser, steigt die Außentemperatur über die zu ertragende Höhe, so schnürt sich das Protoplasma des Zelleibs zusammen, wird wasserärmer, schrumpft und entwickelt sich allmählich zu einem mit einer widerstandsfähigen Haut umgebenen Körnchen, zu einer Spore. In der Regel wird aus einem Bakterium eine Spore.

Die Eigenschaften dieser Sporen sind für die Erhaltung der Art sehr günstige. Die Spore kann hohe Hitzegrade überstehen, sie kann auch den Einflüssen von Giften (Desinfektionsmitteln) lange widerstehen, kurzum, in ihr ruht das Leben wohlgeborgen. Ein Wachstum tritt nicht ein, solange die äußeren Bedingungen ungünstig sind, und wenn es jahrelang dauert, denn sie bedarf keiner äußeren Nahrung. Gelangt die Spore durch irgendwelche Umstände aber auf nährhaltige Stoffe, so wächst sie sich zur wachstumsfähigen, vermehrungstüchtigen Bakterienzelle wieder aus.

Die Spore stellt demgemäß ein überaus zweckmäßiges Können der Bakterie dar. Sie repräsentiert eine Intelligenz, eine Fähigkeit, die der großen Aufgabe, welche die Bakterien im Haushalt der Natur zu erfüllen haben, in großartiger Weise angepaßt ist, sie gibt Zeugnis von den gestaltungskräftigen Trieben auch der Kleinsten im Reiche des Lebenden.

Nicht bei allen Bakterien konnte man Sporenbildung nachweisen. Sporenbildner sind zum Beispiel der Erreger des Milzbrand (Bacillus anthracis), der Heubazillus (Bacillus subtilis), der Erreger des Wundstarrkrampfes (Bacillus tetani), Buttersäurebakterien und andere. An Typhus-, Tuberkel- und Diphtheriebakterien konnte bis jetzt noch keine Sporenbildung wahrgenommen werden.

Können die Bakterien ihre Formen und sonstigen Eigenschaften ändern, ist Form und Eigenschaft ausschließlich abhängig von den Stoffen, auf welche die Bakterien gelangten? Haben wir das Recht, Bakterienarten zu unterscheiden, so wie wir Tier- und Pflanzenarten unterscheiden? Kann aus dem Erreger der Cholera nicht ein Erreger des Typhus, aus diesem ein Heubazillus werden?

Lange war man sich über die Frage im unklaren. Die einfachen Formen der Bakterien, die Tatsache, daß sie überall vertreten sind in den verschiedensten Gestalten, ließen die Vermutung zu, daß die Arten im Reiche des Mikrokosmos, im Reiche des Kleinsten, nicht die Festigkeit zeigen wie bei den höheren Lebewesen.

Die Annahme einer Pleomorphie, einer Formenwandelbarkeit, besteht jedoch nicht zu Recht, wie eingehende Versuche zweifellos darlegten. Aus einem Kokkus kann niemals ein Stäbchen werden, und umgekehrt.

Doch können durch schlechte Ernährung Verkümmerungen eintreten, es entstehen Mißgestalten, sogenannte Involutionsformen, namentlich auch da, wo die Ausscheidungsprodukte der Bakterien auf den Nachwuchs einwirken können. Diese Mißgestaltungen sind in diesem Falle Selbstvergiftungserscheinungen.

Durch entsprechende Ernährung der Bakterien lassen sich auch verschiedene Eigenschaften abschwächen oder verstärken. Der Wunderbazillus erzeugt seinen blutroten Farbstoff nur da, wo Stärke ihm zur Verfügung steht. Läßt man auf Milzbrandbazillen Sonnenlicht kurze Zeit einwirken, so wird die Giftigkeit der belichteten Individuen herabgesetzt. In der Regel ist aber, wie in letzterem Falle, durch solche Einwirkungen eine Schädigung des Gesamtkörpers eingetreten. Belichtete Milzbrandbazillen, die also weniger giftig sind, haben auch die Fähigkeit verloren, Sporen zu bilden, es ist ein „asporogener" Stamm geworden.

Wir können nach allen Versuchen, die bis jetzt angestellt wurden, und deren sind es unzählige, die Behauptung aufstellen, daß die Bakterien wohl einen gewissen Spielraum in ihren Eigenschaften je nach der Art der Ernährung und sonstigen Einflüssen aufweisen, daß wir „Variationen" von Bakterien hervorzurufen vermögen, der Artbegriff in der Bakteriologie steht aber trotzdem fest. Wir haben das Recht, Bakterienarten zu unterscheiden.

Jede Bakterienart, jede Bakterienspezies weist eine Konstanz in ihren Eigentümlichkeiten auf. Wir können wohl die Giftigkeit der Milzbrandbakterien abschwächen, wir können aus ihnen jedoch keinen Erreger des Wundstarrkrampfes machen. Wie bei den höheren Lebewesen, gilt die relative Konstanz der Arten auch bei den Mikroorganismen.

Gehören die Bakterien zu den Tieren oder zu den Pflanzen? Die Frage ist deshalb nicht zu beantworten, weil die Einteilung Tier und Pflanze nur für die höheren Lebewesen Geltung hat und auch zu einer Zeit aufgestellt wurde, in der zwar die grundsätzlichen Unterschiede einer Tanne und eines Bären, eines Schmetterlings und eines Grashalmes dem Menschen zum Bewußtsein gekommen waren. Von diesen dem bloßen Auge verborgenen Lebewesen hatte man aber keine Ahnung. Die Frage ist also eine müßige.

Am besten stimmen wir Häckels Vorschlag zu, der neben Tier- und Pflanzenreich ein Interregnum, ein Zwischenreich aufstellte, das Reich der Protisten, der Urorganismen, der Mikroorganismen oder Mikrobien.

Wir haben oben die Bakterien Spaltpilze (Schizomyceten) genannt, müssen aber bei dieser Gelegenheit hervorheben, daß sich die Bakterien in ihrem ganzen Aufbau und Entwicklungsgang von den eigentlichen Pilzen, zu denen ja neben den großen Arten wie Champignon auch die Schimmelpilze zu zählen sind, wesentlich unterscheiden. Die Schimmelpilze zeigen ein viel verwickelteres Fortpflanzungssystem und einen weitverzweigteren Aufbau als die Spaltpilze.

Wo kommen die Bakterien vor? Überall auf der Erde, im Boden, im Wasser, in der Luft, in allen Nahrungsmitteln. Sie kreisen durch unseren Körper, halten sich in unseren Därmen auf. Sie bauen alles, was lebte, ab zu einfacheren Stoffen. Wo eine Leiche zur Erde fällt, sei es Tier oder Pflanze, beginnen sie zu wuchern, und ihre Tätigkeit gibt sich gar bald an dem Verwesungsgeruch zu erkennen. Diese üblen Gerüche sind ja nichts anderes als gasförmige Produkte, welche die Bakterien aus dem Leichenkörper bilden. Steht Milch einige Zeit, so wird sie sauer. Auch hier ist eine Bakterienwirkung unseren Sinnen wahrnehmbar geworden. Wir stellen den sauren Geschmack der vorher süßen Milch fest. Bakterien haben aus dem in der Milch enthaltenen Milchzucker Milchsäure gebildet. Die Bakterien sind die großen Säuberer in der Natur. Sie sind wichtige Glieder im Kreislauf der Stoffe.

Ihrer Lebensweise nach teilt Fischer die Bakterien in drei große Gruppen: prototrophe, metatrophe und paratrophe Bakterien. Die prototrophen Bakterien sind nicht auf bereits vorgebildete Nährstoffe angewiesen, wie sie uns in den Eiweißstoffen, in den Kohlehydraten und anderen Substanzen organischer Natur vorliegen. Zu ihnen gehören die Salpeterbakterien, die Stickstoffbakterien. Die Mehrzahl der Bakterien aber ist zu den Metatrophen zu rechnen, denn diese wachsen überall da, wo organische Nahrung dargeboten wird. Sie finden sich auf unseren Nahrungsmitteln, sie bewirken Fäulnis und Gärung, sie kommen im Munde, in der Nase, im Darme vor.

Die Paratrophen können nur in anderen Lebewesen gedeihen. Sie sind echte Parasiten. Zu ihnen ist der Gonokokkus zu rechnen, der Erreger des Trippers. Es sind die Mikroorganismen, die außerhalb des tierischen oder menschlichen Körpers nur kurze Zeit lebensfähig sich erhalten, jedoch selten weiterwachsen, nur dann, wenn ihnen möglichst diejenigen Bedingungen, die sie im tierischen oder menschlichen Körper antreffen, künstlich geboten werden, wie es bei der künstlichen Zucht der Diphtheriebakterien und Tuberkelbazillen auf Blut bei Körpertemperatur geschieht.

Die bakteriologischen Untersuchungsverfahren.

Ehe wir die verschiedenen Bakterienarten kennen lernen, ist es angebracht, von den Methoden zu hören, die solche Kenntnisse überhaupt ermöglichten.

Wir wollen die Bakterien beobachten, welche die Haut auf unserem Heuwasser (Heuaufguß) bildeten. Wie machen wir das?

Wir benutzen zur Untersuchung ein gläsernes Plättchen, einen Objektträger, auf den wir mit Hilfe einer Platinnadel (Abbildung 4) einen Tropfen der Wasseroberfläche, des Häutchens bringen. Die Platinnadel ist in einen Glasstab eingeschmolzen, so daß sie leicht geführt werden kann.

Abb. 4. Platinnadel zum Übertragen von Bakterien.

Bakterien sind überall in der Luft, auch auf der Platinnadel. Um die Nadel vor der Benutzung von den Bakterien zu befreien, sie zu „sterilisieren", halten wir sie einige Minuten in die Flamme eines Spiritusbrenners oder in die nichtleuchtende Flamme eines Bunsenbrenners. Durch die starke Erhitzung kommt die Nadel ins Glühen, die an ihr haftenden Bakterien werden verbrannt, die Nadel wird keimfrei, steril.

Wenden wir nun diese sterile Nadel an, um etwas von dem Wasserbelag auf unseren Objektträger zu bringen, so haben wir die Garantie, daß wir nicht künstlich durch eine verunreinigte Nadel unser Material mit anderen nicht zur Haut gehörenden Bakterien anreichern. Wir bedecken den Tropfen mit einem sehr dünnen Gläschen, dem Deckgläschen, und untersuchen mit dem Mikroskop zuerst bei schwacher Vergrößerung.

Bei fünfzigfacher Vergrößerung schon werden wir Leben in dem Tropfen wahrnehmen. Kleine eiförmige Tierchen schwimmen in ihm. Es sind Pantoffeltierchen, Infusionstierchen, keine Bakterien. Diese werden uns erst bei starker Vergrößerung gut sichtbar.

Der Bakteriologe benutzt als stärkste Linse ein Objektiv, das insofern anders gehandhabt wird wie die übrigen Objektive, als zwischen Objektiv und Deckglas ein Tropfen von Zedernöl zu hängen kommt. Man nennt die Objektive, welche dies erfordern, Immersionslinsen, im Gegensatz zu den Objektiven, die trocken benutzt werden und deshalb Trockenlinsen genannt werden. Durch den Öltropfen wird nämlich der Übelstand des dunkeln Gesichtsfeldes beseitigt.

Der Durchmesser der starken Linsen ist sehr klein, so daß nur wenig Licht durch die Linsen in das Auge gelangen kann. Wird dafür gesorgt, daß die vom Beobachtungsgegenstand ausgehenden Strahlen nicht in die Luft sich zerstreuen, sondern gesammelt werden, so erscheint der Gegenstand unter dem Mikroskop wesentlich heller und es können weitere Feinheiten an ihm beobachtet werden. Diesen Zweck erfüllt der Öltropfen, in den die Linse zu hängen kommt, vorzüglich.

Untersuchen wir also mit unserer starken Linse, so werden wir kleine unbewegliche stäbchenförmige Gebilde in großer Menge wahrnehmen. Es sind Bakterien, die sich jedoch nur schwach vom Wasser, in dem sie liegen, abheben.

Um sie genauer sehen zu können, ist es empfehlenswert, sie künstlich zu färben. Man benutzt hierzu eine Reihe von Anilinfarben (besonders Methylenblau, Fuchsin, Gentianaviolett) in wässeriger oder alkoholischer Lösung, mit denen man die auf den Objektträger eingetrockneten Bakterien versetzt. Die Bakterien nehmen den Farbstoff auf und geben ihn beim Entfernen des überschüssigen Farbstoffs durch Wasser nicht mehr ab.

Trocknet man die so gefärbten Bakterien, das heißt drückt man vorsichtig den Objektträger zwischen Fließpapier ab, so ist das Präparat fertig zur Untersuchung. Unter dem Mikroskop werden wir jetzt deutlich die stäbchenartigen Körper der Bakterien wahrnehmen können.

Bezüglich des färberischen Verhaltens gibt es Unterschiede unter den Bakterien, welche zu ihrer Ordnung wichtig sind.

Ein Färbeverfahren, mit dem man die große Menge der Bakterien in zwei Klassen teilt, ist das nach dem Entdecker genannte Gramsche Verfahren. Man färbt die Bakterien mit Gentianaviolettlösung und behandelt sie sodann mit Jodjodkaliumlösung (einer Lösung von Jod in Jodkalium). Wenn man nach der Färbung mit Alkohol abspült, erscheinen gewisse Bakterien in tiefblauvioletter Färbung, andere geben nach diesem Verfahren ihren Farbstoff an den Alkohol ab und werden entfärbt. Die ersteren werden als grampositiv, die letzteren als gramnegativ bezeichnet. Grampositiv sind zum Beispiel Milzbrandbazillen, Eiterkokken, gramnegativ Cholerabazillen, Gonokokken, Pestbazillen. Ein anderes „Differenzierungsverfahren", das heißt Unterscheidungsverfahren, ist die Ziehl-Neelsensche Färbung, die bei der Untersuchung von Auswurf auf Tuberkelbazillen wichtig ist.

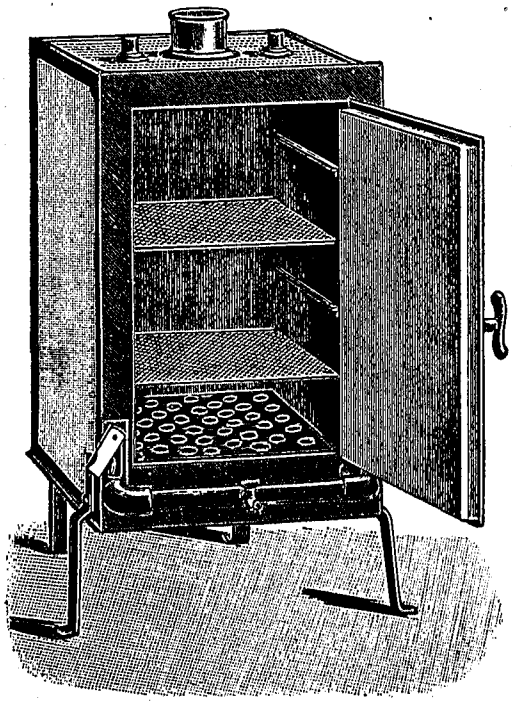


Abb. 5. Heißluftsterilisator zum Keimfreimachen von Schalen, Glasröhren usw.

Man geht dabei folgendermaßen vor: Man färbt alle in dem Sputum enthaltenen Bakterien rot mit Hilfe von Karbolfuchsin. In dem Auswurf sind vielerlei Arten von Bakterien, die alle

den roten Farbstoff aufnehmen. Man entfärbt nach der Färbung mit verdünnter Schwefelsäure und Alkohol. Alle Bakterien außer den Tuberkelbazillen geben das aufgenommene Karbolfuchsin an diese Flüssigkeiten ab und werden blaß. Bringt man zu den Bakterien kurze Zeit nach dieser Säurebehandlung Methylenblau, so werden die entfärbten Bakterien das Blau aufnehmen und bei der Untersuchung findet man einen vorzüglichen Kontrast. Die meisten Bakterien werden blau erscheinen, während die Tuberkelbazillen rot gefärbt sind. Neben den färberischen Verfahren ist der Züchtungsversuch sehr wichtig. Wir haben dabei Gelegenheit, der interessanten Frage näherzutreten, wie man nämlich Bakterien fängt, wie man sie isoliert.

Abb. 6. Petrischale zur Bakterienzucht und -trennung.

Das geht auf eine Weise, die der große Bakteriologe Robert Koch uns gelehrt hat.

Angenommen wir wollen die verschiedenen Bakterienarten aus einer Probe Milch isolieren. Gewöhnliche Marktmilch enthält durchschnittlich ein bis zwei Millionen Bakterien (Keime) im Kubikzentimeter. In einem Liter sind also tausendmal mehr enthalten.

Abb. 7. Vorrichtung zur Bakterienzucht in sauerstofffreier Atmosphäre.

Bei der Untersuchung benutzt man eine runde Glasschale (Petrischale, Abb. 6), die mit einem Glasdeckel luftdicht verschlossen werden kann. Da die Luft in der Schale auch Bakterien enthält (Luftkeime), so müssen wir den Inhalt der Schale, die Luft, keimfrei machen, in dem wir die Bakterien, die darin sind, abtöten, am besten durch Erwärmen auf 170 Grad. Bei dieser Temperatur gerinnt das Eiweiß im Bakterienleib und in den widerstandsfähigeren Sporen. Man nennt diesen für den Bakteriologen so notwendigen Vorgang Sterilisation, die Apparate Heißluftsterilisatoren. (Abb. 5.)

Da ein Tropfen Milch für unsere Zwecke zu viel Bakterien beherbergt und um unsere Bakterientrennung zu erleichtern, verdünnen wir die Milch vor Anstellung des Versuchs mit bakterienfreiem Wasser, mit Wasser, in dem durch Erwärmen auf 100 Grad die Bakterien abgetötet wurden. Ein Tropfen der

so verdünnten Milch wird in ein kleines längliches Gläschen (Reagenzgläschen, Abb. 7, inneres Gläschen) gebracht, das den keimfreien Nährboden enthält.

Als Nährboden verwenden wir Gelatine, die mit Wasser aufgekocht wurde, wie wir später sehen werden. Solche Gelatine ist bei Zimmertemperatur fest und wird bei 24 bis 25 Grad flüssig.

Verflüssigen wir die Gelatine in dem Gläschen, so wird sich der Tropfen verdünnter Milch durch Umschütteln leicht gleichmäßig in der Gelatine verteilen lassen. Die Bakterien, die in dem Milchtropfen sind, werden dadurch natürlich auch in der Gelatine verstreut. Gießen wir die noch flüssige Gelatine auf den Boden der Petrischale, bedecken sie schnell wieder mit dem Glasdeckel, so wird die Gelatine auf dem Boden der Schale fest werden, da hier ja nur eine Temperatur von etwa 18 Grad herrscht. Die Bakterien können sich nicht mehr von der Stelle bewegen.

Sie werden jedoch kaum das Bedürfnis dazu fühlen, denn um sie her ist ja Nahrung in Hülle und Fülle. Diese machen sie sich zu Nutzen, wachsen und vermehren sich. Bald werden aus einem vereinzelt gelegenen Bakterium viele, eine „Kolonie" geworden sein, und wenn diese Kolonie sich richtig ausgewachsen hat, so wird sie dem bloßen Auge als ein kleines farbiges Pünktchen bemerkbar, das immer größer und größer wird. Bald werden wir die Platte übersät mit solchen Pünktchen, mit Bakterienkolonien sehen. Überall wo ein Pünktchen sichtbar wird, lag ursprünglich beim Verteilen des Milchtropfens in der Gelatine ein Bakterium. Aus der Anzahl der Bakterienkolonien wissen wir also auch die Zahl der in dem Milchtropfen vorhandenen Bakterien.

Die Untersuchung mit bloßem Auge zeigt uns, daß die sichtbaren Kolonien Unterschiede zeigen. Die einen sind weiß, die anderen gelb, rot gefärbt. Um die einen hat sich eine kleine Vertiefung der Gelatine gebildet. Es sind demnach vermutlich verschiedene Bakterienarten.

Wie trennen wir nun diese Bakterienarten voneinander, wie isolieren wir sie?

Auf der Platte sind sie wohl schon getrennt. Aber warten wir zu, so werden sich die Kolonien durch ihr Wachstum immer

mehr vergrößern, sie werden sich berühren, ineinander übergehen und sich vermischen. Wie verhüten wir das?

Wir nehmen eine Platinnadel, die wir in der Flamme ausglühen, betupfen sodann vorsichtig eine Bakterienkolonie, so daß geringe Mengen an der Nadel haften bleiben, und streifen diese anhaftenden Reste in ein besonderes Gläschen mit Gelatine das keine Bakterien enthält. Die an der Nadel durch das Berühren mit der Kolonie hängengebliebenen Bakterien werden hernach in geringer Anzahl im Gelatinegläschen liegen, werden dort für sich weiterwachsen, und es besteht keine Gefahr mehr, daß sich andere Arten mit ihr vermengen. Denn in der Gelatine ist in diesem Falle nur die Art, die wir selber mit unserer Nadel hineingebracht haben. Wir haben eine Reinkultur einer Bakterienart.

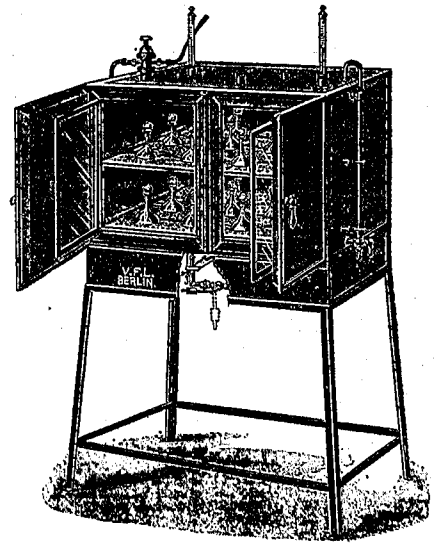


Abb. 8. Brutschrank für Bakterienzucht.

Da die Bakterien Sauerstoff, Luft zum Leben benötigen, und um andererseits die Bakterien der Luft von den Bakterien im Gläschen abzuhalten, verschließt man in den bakteriologischen Arbeitsstätten die Gläschen mit einem Wattebausch. Dieser Bausch läßt wohl Luft eintreten, die Bakterien werden durch ihn jedoch zurückgehalten.

Damit man das Wachstum und die Farbe der „Reinkultur" gut beobachten kann, gibt man vor dem Übertragen der Kolonierreste der Gelatine eine schiefe Form, das heißt man verflüssigt sie im Gläschen, legt das Gläschen schief, so daß die Gelatine im Gläschen schief erstarrt. Man streicht die Nadel auf der schiefen Oberfläche aus. Auf der Aufstrichfläche beginnt sodann das bald sichtbare Wachstum.

Diese Bakterienisolierungsmethode stammt von Robert Koch. Vor Koch hatten andere Bakteriennährböden in der Bakteriologie Verwendung gefunden: Fleischwasser, Kartoffelscheiben und anderes. Durch Anwendung der festen Nährböden, die bei höheren Temperaturen jedoch flüssig sind, war ein enormer Fortschritt gekennzeichnet. Erst mit Hilfe solcher Nährböden konnte eine Isolierung der Bakterien gelingen. So ist Robert Koch zum Schöpfer der modernen Bakteriologie geworden, die durch ungeahnte Triumphe uns in der Erkenntnis nicht allein der Krankheitsprozesse, sondern so vieler anderer im vielgestalteten Reiche des Lebens auf und ab wandelnder Erscheinungen vorwärts gebracht haben.

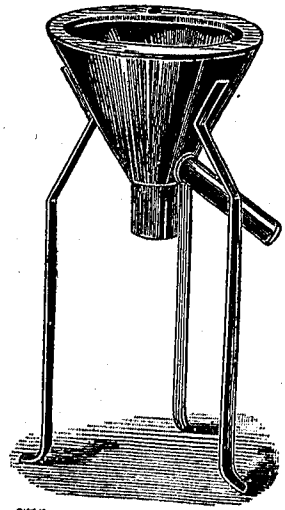


Abb. 9. Heißwassertrichter zum Filtrieren von Gelatine und Agar.

Gelatine hat einen Nachteil. Sie ist bei der Temperatur, die für die meisten Bakterien als die beste anzusehen ist, nämlich 37 Grad, flüssig. Sehr viele Bakterien gedeihen nur bei 37 Grad gut. Stellen wir jedoch unsere Gelatine in einen Schrank (Abb. 8), in dem diese Temperatur herrscht, so wird sie natürlich flüssig.

Doch es gelang, diesen Übelstand zu beheben durch Anwendung und Verarbeitung einer Gallerte, die in einem ostasiatischen Seegewächs, einem Tang, vorkommt. Man heißt diese Gallerte Agar-Agar, der ebenfalls mit Wasser zu einem bakteriologischen „Nährboden" umgewandelt wird.

Dieser Agar-Agar wird flüssig bei 80 Grad; flüssiger Agar wird fest bei 45 Grad. Seine Handhabung ist dieselbe wie die der Gelatine, nur hat er, wie gesagt, den Vorzug, bei 37 Grad, der „Optimaltemperatur" der Bakterien, fest zu sein.

Bei der Zubereitung von Gelatine und Agar-Agar geht man von Fleischwasser aus, das man aus einer Abkochung von Fleisch (gewöhnlich Pferdefleisch) und Wasser herstellt. Durch

Filtration erhält man ein klares Fleischwasser. Zu dem Fleischwasser wird Gelatine oder Agar gesetzt, durch Erwärmen gelöst, sodann Pepton und Kochsalz zugegeben. Man stumpft die Säure in dieser Mischung mit etwas Natronlauge ab und setzt schließlich noch etwas Soda zu. Damit die Flocken im Nährboden größer werden, wird mit etwas Hühnereiweiß „geklärt". Durch Filtration in einem Trichter, der mit warmem Wasser umgeben ist (Heißwassertrichter, Abb. 9) erhält man eine goldklare Gelatine.

Die Zubereitung von Nähragar erfolgt nach den gleichen Grundsätzen. Dem Agar wird zur Beförderung des Bakterienwachstums nicht selten etwas Glyzerin zugesetzt. Namentlich Tuberkelbazillenkulturen werden durch Glyzerin befördert.

Von anderen Nährböden, die in der Bakteriologie Verwendung finden, seien als flüssige Nährbouillon genannt, die aus Fleischwasser durch Zusatz nährender Stoffe, Pepton vor allem, hergestellt wird. Milch wird besser in entrahmtem Zustand verwendet. Bekanntlich hat auch Magermilch durch den Gehalt von Eiweißstoffen und Milchzucker noch erheblichen Nährwert.

Als feste Nährböden seien die Kartoffelscheiben angeführt, einer der einfachsten Nährböden, sodann erstarrtes Blutserum, welch letzteres, wie wir sehen werden, für Diphtheriebazillenkulturen insonderheit in Betracht kommt. Man gewinnt das Blutserum zu Bakteriennährzwecken auf folgende Weise: Man fängt Blut von größeren Schlachttieren (Rind, Pferd, Hammel) in keimfreien Gläsern auf, läßt den Inhalt kurze Zeit stehen. Es tritt Gerinnung ein. Der Blutkuchen wird mit Hilfe eines Glasstabs von der Glaswand abgeschält und nach geraumer Zeit hat sich über der geronnenen Masse eine gelbliche Flüssigkeit, das Blutserum, abgesetzt. Dieses Blutserum wird in Reagenzgläschen, die ebenfalls keimfrei sein müssen, abgesaugt, die Gläschen sodann in einem Schränkchen schief gestellt, in dem eine Temperatur von 65 bis 68 Grad herrscht. Bei diesen Wärmegraden erstarrt das gelbliche Serum zu einer weißen, auf gewöhnliche Weise nicht mehr zu verflüssigenden Masse.

Auch Eier finden bisweilen als Bakteriennährböden Verwendung.

Gelatine und Agar-Agar müssen, wenn sie in die Reagenzgläschen zur späteren Verwendung als Nährboden gebracht

wurden, ebenfalls keimfrei gemacht werden, denn selbstverständlich fallen beim Filtrieren, beim Auflösen der Gelatine im Fleischwasser Bakterien von der Luft herein, im Wasser selber sind Keime, kurzum wir müssen, soll die Gelatine oder der Nähragar seinen Zweck richtig erfüllen, „sterilisieren".

Dies machen wir nicht unter Anwendung trockener Hitze, wie beim Sterilisieren der Glasplatten. Bei Verwendung von trockener Hitze benötigen wir hohe Wärmegrade, denn erst dann gehen die widerstandsfähigen Sporen zugrunde. Bei feuchter Hitze, das heißt im Wasserdampf, erzielen wir bessere Resultate. Wo also feuchte Hitze angewandt werden kann, wird diese Sterilisation vorgezogen.

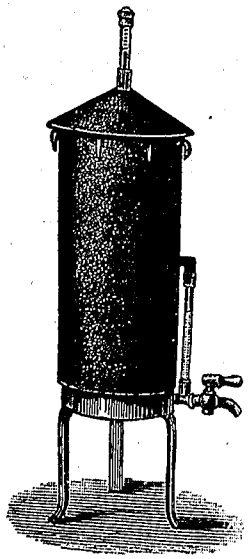


Abb. 10. Dampfsterilisator zum Keimfreimachen der Nährböden in strömendem Wasserdampf.

Man benutzt in den bakteriologischen Laboratorien zu diesem Zwecke „Dampfsterilisatoren". Der von Koch konstruierte Dampfkochtopf ist in Abbildung 10 gezeichnet. In dem unteren Teile des Apparats ist ein kleiner Wasserbehälter angebracht, dessen Inhalt durch Zuführung von Wärme zum Sieden gebracht wird. Der Wasserdampf steigt durch den Mantel des Gefäßes nach oben und dringt durch Löcher des Innenmantels in das Innere, wo die zu sterilisierenden Gefäße mit den Nährböden aufgestellt sind.

Man benutzt zuweilen auch gespannten Dampf und nennt solche Vorrichtungen Autoklaven. Die Handhabung ist ebenfalls eine ganz einfache. Der Apparat besteht aus einem doppelwandigen kupfernen Kessel, dessen Deckel mit Flügelschrauben befestigt wird. Am Deckel ist ein Sicherheitsventil und ein Manometer zur Angabe des im Innern herrschenden Druckes angebracht, außerdem eine Vorrichtung, um den Dampf abzulassen. Diese Öffnung bleibt beim Anwärmen offen. Siedet das Wasser im Mantel und strömt durch die Öffnung des Deckels Dampf, so wird verschlossen und der Druck steigt zur gewünschten Höhe.

Hernach wird das Gas abgedreht und vorsichtig der Dampf abgelassen.

Die Benützung von Autoklaven macht die Sterilisation gründlicher und schneller.

Zur Einhaltung der Züchtungstemperatur werden in den bakteriologischen Arbeitsstätten Brutschränke (Thermostaten, Abb. 8) verwendet. Die Thermostaten sind von einem Wassermantel umgeben, der von unten geheizt wird. Zur Temperaturregulierung hat Robert Koch eine sinnreiche Vorrichtung angegeben. Dieser Thermoregulator (Abb. 11) birgt in einer Glasröhre Quecksilber. In die Glasröhre ist ein Metallrohr eingeführt zur Zuleitung des Gases, das durch den schiefen Schlitz am Ende des Metallrohrs in das Glasgefäß kommt und durch eine seitliche Ableitung zum Brenner unter dem Brutschrank mit Hilfe eines Schlauches weitergeleitet wird. Die Metallzuleitung hat außer dem schiefen Schlitz noch eine kleine Gasausströmungsöffnung in Form eines kleinen Loches, das oberhalb des Schlitzes sich befindet. Zuleitung und Glasgefäß sind gasdicht miteinander verbunden. Der Thermoregulator hängt im Wassermantel des Brutschrankes. Steigt die Temperatur dieses Wassers, so steigt natürlich auch das Quecksilber im Thermoregulator. Dieser ist nun so gebaut, daß, wenn die Innentemperatur des Brutschrankes 37 Grad ist, das Quecksilber so hoch in der Glasröhre gestiegen ist, daß der Schlitz des Zuleitungsrohrs vom Quecksilber geschlossen wurde. Es kann durch die seitliche Glasröhre nur noch wenig Gas zum Brenner gelangen, eben das, was aus dem kleinen Loch in der Zuleitungsröhre entweicht. Die Flamme des Brenners wird also sehr klein brennen, die Temperatur des Schrankes wird nicht mehr höher steigen, sondern nur dem Verlust durch Wärmeausstrahlung das Gleichgewicht halten. Die Temperatur wird dadurch konstant gehalten.

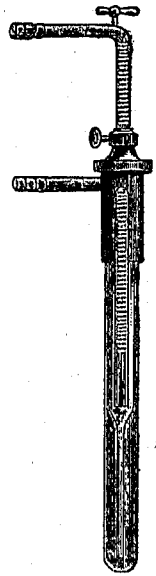


Abb. 11. Wärmeregler für Brutschränke.

Da die Flamme Tag und Nacht brennt, so ist es nicht ausgeschlossen, daß durch einen Windzug die Flamme erlöscht. Dies

hätte durch die Abkühlung des Wassermantels ein Sinken des Queckſilbers im Thermoregulator und damit ein Ausſtrömen von viel Gas zur Folge, das Übel anrichten könnte.

Um dieſer Gefahr vorzubeugen, hat Koch einen Sicherheitsbrenner gebaut (Abb. 12). Der Brenner, der ſich unter dem Brutſchrank befindet, hat einen Hahn in Form eines länglichen Metallſtücks, an deſſen Ende ein kleines Gewicht befeſtigt iſt.

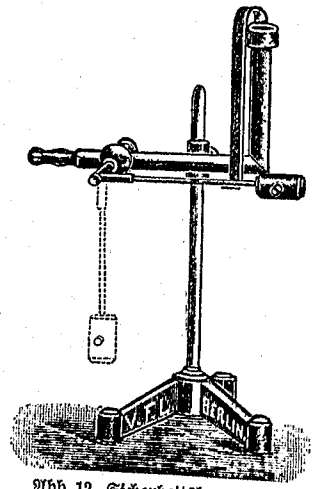


Abb. 12. Sicherheitsbrenner für Brutſchränke.

Über den Brenner, das heißt in die Flamme ragt ein Metallſtück, deſſen Fortſetzung nach unten in eine rechtwinklig gebogene Lamelle mit ſpitzem Ende ausläuft. Brennt die Flamme, zu dem Zwecke iſt es notwendig, daß das Gewicht am Hahn gehoben wird, ſo dehnt ſich das Metallſtück aus, auch die Fortſatzlamelle, die dem langen Hahn eine Stütze bietet, wenn ſie ſich genügend ausgedehnt hat. Erliſcht zufällig die Flamme, ſo zieht ſich die Lamelle durch Abkühlung zuſammen, dem Hahn fehlt die Stütze, dadurch fällt er in die frühere Lage zurück, das Gas iſt geſchloſſen.

Ein anderer Thermoregulator beruht auf elektriſcher Grundlage.

Prüft man die auf den Platten gewachſenen Pünktchen unter dem Mikroſkop bei ſchwacher Vergrößerung, ſo findet man, daß die Ränder der Koloniearten verſchieden gebaut ſind. Das Bild des auf der Oberfläche der Gelatine zur Kolonie ausgewachſenen Milzbrandbazillus zum Beiſpiel gibt ſich als eine feinliniierte buchtige Maſſe zu erkennen, während das Bild einer Cholerakolonie ſich grundſätzlich davon durch eine gleichmäßige Umrandung unterſcheidet. Die Kolonie des Typhusbazillus iſt wiederum anders gebaut.

Die Kolonien, welche in der Gelatine wachſen, beſitzen andere Formen als diejenigen, die auf der Oberfläche wachſen. Dies hat verſchiedene Urſachen. Einmal dringt in die Gelatine weniger Sauerſtoff ein, als die oben wachſenden Bakterien zur Verfügung

haben, dann übt jedoch auch die Umgebung der Gelatine auf die ſich ausdehnende Kolonie einen Druck aus, der naturgemäß die Wachstumsform beeinfluſſen muß.

Bemerkenswert iſt, daß eine Reihe von Bakterien um die Stelle ihres Wachstums die Gelatine verflüſſigen. Nicht etwa weil ſie die Gelatine erwärmen, ſondern weil ſie einen Stoff, ein Enzym ausſcheiden, das die Gelatine auflöſt. Man kann dies namentlich dann gut beobachten, wenn es ſich um eine Bakterie handelt, die im Waſſer häufig anzutreffen iſt, um das grünlich ſchimmernden Farbſtoff produzierende Bacterium fluorescens liquefaciens. Liquefaciens heißt Verflüſſiger. Er wird ſo benannt, weil er ein gelatinelöſendes (proteolytiſches) Enzym erzeugt. Stechen wir etwas von ſeiner Kolonie in ſtarre Gelatine, ſo wird ſich die Kolonie entlang des Stichkanals entwickeln und alſo auch entlang des Stichkanals ihre auflöſende Wirkung entfalten. Dies ſieht man an der trichterförmigen Einſenkung, die in der Gelatine auftritt und an der Oberfläche einen breiteren Umfang durch das ſchnellere Wachstum der Bakterien annimmt.

Fügt man dem Nährboden Milchzucker bei, ſtellt man ſich alſo Milchzuckeragar dar, ſo wird der Milchzucker von gewiſſen Bakterien teilweiſe in gasförmige Beſtandteile vergoren. Dieſe Gaſe ſammeln ſich in dem Nährboden an, ſuchen ſich auszudehnen und ſprengen dadurch den Nährboden in Stücke, namentlich wenn man die Bakterien in den feſten Agar eingeſtochen hat. Man hat ſich auf dieſe Weiſe auch ein wichtiges Unterſcheidungsmerkmal für bakteriologiſche Zwecke verſchafft.

Krankheitserreger.

1. Der Milzbrandbazillus.

Milzbrand iſt eine Krankheit, die längſt bekannt iſt. Epidemieartig breitete er ſich über weite Strecken aus und vernichtete in erſter Linie Tiere. Es fielen aber auch Menſchen dieſer Seuche zum Opfer.

Von Epidemien, die beſonders großen Umfang annahmen, iſt die der Jahre 1864 bis 1866 zu nennen, die „Sibiriſche Peſt". Milzbrand vernichtete im Jahre 1864 allein in Rußland 72000 Pferde. Außer Rußland iſt der Milzbrand heimiſch in Ungarn,

Böhmen, Frankreich, Deutschland. In Deutschland gehen jährlich im Durchschnitt zirka 5000 Tiere an Milzbrand zugrunde.

Für die Bekämpfung des Milzbrandes von besonderer Bedeutung ist die Erscheinung, daß er in einzelnen Gegenden, in einzelnen Distrikten sich mit besonderer Vorliebe aufhält und hier gewissermaßen Zentren, ständige Herde unterhält.

Welche Verhältnisse für das Auftreten günstig sind, suchte man durch eingehende Untersuchungen festzustellen, bis jetzt mit wenig sicherem Erfolg. Klima, Beschaffenheit des Bodens, die Niederschläge scheinen eine Rolle dabei zu spielen.

Wenn der Milzbrand auch als Tierkrankheit aufzufassen ist, so kommen doch gelegentlich auch Erkrankungen des Menschen vor, namentlich sind die Personen einer Milzbrandansteckung besonders ausgesetzt, welche mit Tieren und Abfällen von Tieren (Wolle, Borsten usw.) zu tun haben, die an dieser Krankheit zugrunde gegangen sind.

Durch was wird Milzbrand erzeugt?

Pollender machte als erster bei mikroskopischen Untersuchungen der Organe von Tieren, die an Milzbrand gestorben waren, die Beobachtung, daß im Blute und in der Milz stäbchenförmige Gebilde vorhanden sind. Brauell fand unabhängig von Pollender einige Jahre darauf dasselbe, doch erst Davaine, auf eigene frühere Untersuchungen zurückgreifend, klärte im Jahre 1863 den Sachverhalt auf, indem er diese fadenförmigen Elemente im Blut in ursächlichen Zusammenhang mit der Krankheit brachte. Er bewies, daß nur stäbchenhaltiges Blut, Blut, das diese fadenförmigen Teilchen enthielt, Milzbrand hervorzurufen vermag.

Robert Kochs große Tat, mit der er den schlagendsten Beweis für den hohen Wert seiner Untersuchungsmethoden erbrachte, war die künstliche Züchtung des Milzbrandbazillus, eben der stäbchenförmigen Gebilde. Er zeigte dadurch, daß diese Gebilde selbständige Individuen sind, die außerhalb des Tierkörpers zu wachsen vermögen und von sich aus, wenn ihre Kultur einem Tier in geringster Menge einverleibt wurde, den Milzbrand hervorrufen.

Für die Bekämpfung der Krankheit ebenso wertvoll war eine weitere gleichzeitige Entdeckung Kochs. Dieser geniale Forscher fand, daß Milzbrandbazillen Sporen zu bilden vermögen, die sich zu vegetativen Formen, das heißt zu den Stäbchen wieder

entwickeln können, sobald sie auf einen günstigen Nährboden, sei es das Blut eines Tieres, sei es der künstliche Nährboden des Bakteriologen, gebracht werden. In der Bildung der widerstandsfähigen Dauerformen liegt die Hauptschwierigkeit der Milzbrandbekämpfung.

Der Milzbrandbazillus selbst ist ein 4,5 bis 10 μ* langes, 1 bis 1,25 μ dickes unbewegliches Stäbchen, das man bei der Blutuntersuchung eines milzbrandkranken Tieres massenhaft zwischen den roten Blutkörperchen liegend beobachten kann. Färbbar ist der Milzbrandbazillus leicht, wobei er aber seine Form etwas verändert, indem nämlich an seinen Enden kolbenartige Anschwellungen auftreten. Liegen einige Milzbrandbazillen hintereinander, so erscheint die Reihe wie ein Bambusrohr, denn zwischen den einzelnen Individuen ist eine Lücke durch Zusammenziehung und seitliche Schwellung des Stäbchens entstanden. Auch die Kapsel des Milzbrandbazillus ist in der Regel leicht beobachtbar und läßt sich durch besondere Färbungsmethoden (Gentianaviolettlösung, Behandeln mit Essigsäure) noch deutlicher sichtbar machen. Milzbrand wächst bei genügendem Sauerstoffzutritt fast auf allen üblichen Nährböden (Bouillon, Gelatine, Agar, Blutserum), wobei eine Temperatur zwischen 15 und 43 Grad eingehalten werden kann. Die Optimaltemperatur liegt zwischen den Wärmegraden 30 und 40 Grad.

Das Wachstum in Bouillon ist für den Milzbrandbazillus charakteristisch, weil er in ihr nicht eine gleichmäßige Trübung verursacht, sondern eine Flockenbildung. Der Milzbrandbazillus verflüssigt die Gelatine, bildet also ein proteolytisches Enzym. Vorzüglich gedeiht der Milzbrandbazillus auf Kartoffelscheiben, die er in Form eines weißen mattglänzenden Bakterienrasens überzieht, dabei zahlreiche Sporen bildend. Auf Blutserum wächst er weißlich gelb. Milch bringt der Milzbrandbazillus durch Erzeugung eines labähnlichen Stoffes zum Gerinnen.

Die Bildung von Sporen wird in erster Linie von Sauerstoff begünstigt. Freier Sauerstoff muß bei der Sporenbildung vorhanden sein. Sie tritt dann auf, wenn der Milzbrand in der Entwicklung seinen Höhepunkt überschritten hat, wenn er in das Stadium des Hungerns übergeht. Veranlassung zu dieser

* 1 μ = $^1/_{1000}$ Millimeter.

für das Fortkommen des Krankheitserregers wichtigen Entwicklungsart ist nach Buchner der plötzliche Übergang von günstigen in ungünstige Lebens- und Ernährungsbedingungen.

Eingehende Untersuchungen wurden über die Abtötung der Milzbrandkeime gemacht. Man fand, daß Milzbrandsporen bei Einwirkung heißer Luft von 140 Grad erst nach 3 Stunden absterben, während Wasserdampf von 100 Grad sie innerhalb 5 Minuten abtötet. Die Bazillen sind weniger widerstandsfähig. Durch Erwärmen von Bouillonkulturen wurde eine Abtötung bereits bei 80 Grad in 1 Minute festgestellt. Licht, besonders Sonnenbestrahlung wirkt schädigend.

Auch gegenüber chemischen Einflüssen erweisen sich die Sporen des Milzbranderregers als sehr resistent. Einprozentige Sublimatlösung (Queckfilberchlorid) tötete sie erst nach 6 bis 12 Minuten.

Bemerkenswert ist, daß der Milzbrandbazillus unter seinen Stammesgenossen, unter den Bakterien Feinde hat, daß er von gewissen Arten unterdrückt wird, manchmal gelangt er in ihrer Anwesenheit überhaupt nicht zum Wachstum. Ein solches „antagonistisches", feindliches Bakterium ist der Bacillus pyocyaneus, der durch Ausscheidung eines bakterienlösenden Enzyms, der Pyocyanase, auf den Milzbrandbazillus abtötend einwirkt. Man hat mit Erfolg diesen aus den Kulturen des Bacillus pyocyaneus abscheidbaren Stoff als Heilmittel bei Milzbrand verwandt.

Auch auf die Erscheinung soll hingewiesen werden, daß Blutsäfte gewisser Tierarten den Milzbrand schädigen. So erwies sich zum Beispiel Kaninchenserum als sehr stark bakterientötend (bactericid).

Milzbrandbazillen vermögen in der geringsten Menge die Krankheit hervorzurufen. Jedoch läßt sich künstlich die Giftigkeit (Virulenz) abschwächen.

Erwärmt man Milzbrandbazillen, die in Hühnerbouillon gezüchtet worden waren, längere Zeit auf 42 bis 43 Grad, so werden sie in ihrer Giftwirkung erheblich geschwächt. Aus einem vollgiftigen (vollvirulenten) Stamm wird ein weniger giftiger Stamm. Auch chemische Stoffe vermögen eine Abschwächung der Virulenz herbeizuführen.

2. Der Tuberkelbazillus.

Die Tuberkulose ist wie die Krankheit, die wir im vorigen Abschnitt kennen lernten, längst bekannt. Im Unterschied zum

Milzbrand hat sie aber für den Menschen ein besonderes Interesse, weil sie ihn selbst in erster Linie befällt. Hippokrates schon beschreibt die Phthise, die Tuberkulose.

Die „Kontagiosität" der Phthise, die uralte Behauptung, daß die Tuberkulose durch einen ausgeschiedenen Stoff vom Kranken auf den Gesunden übertragen wird, wurde jedoch erst um die Mitte des vergangenen Jahrhunderts experimentell bewiesen, nämlich durch Villemin, der durch Überimpfung von tuberkulösen Organen auf gesunde Tiere „künstlich" bei den Versuchstieren die Krankheit erzeugte.

Wie beim Milzbrand, griff auch hier Robert Koch als erster durch seine geniale Untersuchungsmethodik mit dem größten Erfolg ein. Es gelang ihm, den Erreger der Tuberkulose in einem stäbchenförmigen Gebilde, dem Tuberkelbazillus, nicht nur festzustellen, sondern diesen zu züchten, was ihm deshalb jedoch besondere Schwierigkeiten machen mußte, weil der Tuberkelbazillus auf den gewöhnlichen Nährböden nicht zum Wachstum gebracht werden kann. Kochs Kultur erfolgte auf Blutserum unter genauer Einhaltung einer Temperatur von 37 Grad.

Als ein schlankes Stäbchen ohne Eigenbewegung mit einer Reihe von Körnchen präsentiert er sich, der gefährliche Geselle, der so viel Leid über die Menschheit bringt. Wahrscheinlich ist der Tuberkelbazillus nicht sporenbildend.

Der Tuberkelbazillus zeigt in älteren Kulturen Hohlräume, „Vakuolen" und erscheint alsdann fein gestrichelt, weil diese Teile des Bakterienkörpers den roten Farbstoff nicht aufnehmen. Auch Körnchen hat man in dem Tuberkelbazillus nachzuweisen vermocht.

Eigenartig ist sein Verhalten, in alten Kulturen zu längeren, oft keulen- oder flaschenförmig verdickten Fäden auszuwachsen, sogenannte Aktinomycesformen zu bilden.

Eine niedere Organismenart, der Strahlenpilz (Actinomyces), zeigt natürlicherweise diese Wachstumsformen, weshalb man neuerdings eine Verwandtschaft des Tuberkelbazillus mit diesen Pilzarten aufzustellen glaubt. Die Strahlenpilze unterscheiden sich von den Bakterien wesentlich dadurch, daß sie Verzweigungen bilden. An einer Stelle des Pilzkörpers kann in Form eines seitlichen Fortsatzes ein Individuum herauswachsen, während die Bakterien immer nur durch Spaltung sich teilen. Die Strahlenpilze bilden auch regelmäßig Sporen.

Den färberischen Nachweis des Tuberkelbazillus in Sputum haben wir schon kennen gelernt (Seite 18). Die Untersuchung von Urin und sonstigen Ausscheidungsstoffen auf Tuberkelbazillen ist die gleiche wie beim Auswurf.

Gegen äußere Einflüsse ist der Tuberkelbazillus sehr empfindlich. Kulturen werden zum Beispiel schon durch Temperaturschwankungen sehr geschädigt.

Praktisch wichtig ist das Verhalten der Tuberkuloseerreger im Auswurf. Ist der Auswurf feucht und bleibt er wasserhaltig, so werden die Tuberkelbazillen durch die im feuchten Sputum vor sich gehenden Fäulnisvorgänge, das heißt durch andere Bakterien abgetötet. In eingetrocknetem Auswurf können die Tuberkelbazillen dagegen ziemlich lange am Leben bleiben. Sonnenlicht tötet Tuberkelbazillen in kurzer Zeit, auch Röntgenstrahlen wirken auf Tuberkelbazillen schnell abtötend ein. Bei 90 bis 95 Grad gehen sie in 1 bis 2 Minuten zugrunde, bei einer Temperatur von 60 Grad ist dies erst in 1 Stunde der Fall. Im Sputum scheinen sie gegenüber der Wärme eine noch größere Resistenz zu zeigen. Man konnte nachweisen, daß Tuberkelbazillen im Auswurf erst nach fünfminutenlangem Kochen sicher abgetötet sind.

Von chemischen Stoffen ist zur Desinfektion, das heißt zur Abtötung der Tuberkelbazillen im Sputum, Sublimat deshalb völlig ungeeignet, weil dieser Stoff mit den im Sputum vorhandenen Eiweißkörpern eine ungiftige Verbindung eingeht. Dadurch ist die Wirksamkeit des Sublimats aufgehoben. Empfehlenswert ist an seiner Stelle fünfprozentige Karbolsäurelösung.

Was die chemische Zusammensetzung der Tuberkelbazillen anbelangt, so beträgt ihr Wassergehalt durchschnittlich 85,9 Prozent. In der getrockneten Masse finden wir in erster Linie Eiweißstoffe, wachsähnliche Körper, einen zelluloseähnlichen Stoff, sowie mineralische Bestandteile, unter denen die Grundstoffe Kalzium und Magnesium und die Phosphorsäure die hauptsächlichsten sind.

Das bekannte Kochsche Tuberkulin, das als Heilmittel und als Erkennungsmittel bei Tuberkulose eine große Rolle spielt, wird hergestellt aus Tuberkelbazillenkulturen, die aus Glyzerin-Peptonbouillon bestehen. Man dampft diese Bouillon bis auf ein Zehntel ihres Raumes ein und filtriert sie. Reinigen kann man das Tuberkulin durch Behandeln mit Alkohol, wobei als

Niederschlag, der zu trocknen ist, eine schneeweiße Substanz hervorgeht, die aus Eiweißstoffen besteht.

Die Bakterien sind wirksam durch chemische Stoffe, die sie teilweise ausscheiden und die als Stoffwechselprodukte bezeichnet werden. Außer diesen Giften (Toxinen) ist die Wirkung des Tuberkelbazillus an die im Bazillenleib enthaltenen Substanzen gebunden, weshalb auch abgetötete Kulturen noch eingreifende Giftwirkungen aufweisen.

Mit dem Erreger der menschlichen Tuberkulose verwandt ist der Erreger der Geflügeltuberkulose, der seiner Form nach dem menschlichen Tuberkelbazillus sehr ähnlich ist, in der Kultur sich jedoch wesentlich von ihm unterscheidet. Während die Tuberkelbazillen des Menschen auf Glyzerinagar trockene krümelige Massen bilden, bildet der Bazillus der Geflügeltuberkulose auf den Nährböden runde feuchte Flecken, die sich allmählich zu einem fettigen weißen, mattglänzenden, später faltigen Belag entwickeln. Auch in den Ansprüchen an die Temperatur sind sie verschieden. Der Erreger der Säugertuberkulose wächst bei 41 Grad nicht mehr, der der Vogeltuberkulose kann noch bei 45 bis 50 Grad zur Entwicklung gebracht werden.

Ob es sich um grundsätzlich verschiedene Arten handelt oder ob die erwähnten Unterschiede durch Anpassung an den lebenden Nährboden des Tieres entstanden und durch entsprechende Umzüchtung aufgehoben werden können, ist noch nicht sicher festgestellt.

Auch Fische zeigen zum Teil tuberkuloseähnliche Erkrankungen. Es wurde aus Karpfen zum Beispiel ein tuberkelbazillenähnliches Stäbchen isoliert, das aber weniger Verwandtschaft mit dem menschlichen Tuberkelbazillus zeigt als die vorgenannten Arten. Die Fische sind gegen menschliche Tuberkelbazillen unempfänglich.

Dem Fischtuberkelbazillus nahe verwandt ist der Bazillus der Blindschleichentuberkulose.

Für die Menschen wichtiger ist die Frage, ob der Erreger der Rindertuberkulose (Perlsucht) dem Bazillus der Menschentuberkulose gleich ist. Der Form nach und in der Kultur zeigen beide Tuberkelbazillenarten keine Unterschiede. Ihre Giftigkeit jedoch ist verschieden.

Daß der Erreger der Perlsucht auch im Menschen Erkrankungen hervorrufen kann, ist durch viele Fälle aus der Praxis sicher-

gestellt. Die wichtige Forderung, daß Milch tuberkulöser Kühe nicht in den Handel gebracht und keine Molkereiprodukte aus ihr hergestellt werden dürfen, besteht also immer zu Recht. In Milch und Butter sind beinahe in allen Städten, aus denen Untersuchungen darüber vorliegen, in mehr oder weniger hohem Prozentsatz Tuberkelbazillen nachgewiesen worden.

Für die Verbreitung der Tuberkulose spielt naturgemäß die Übertragung der Erreger durch tuberkulöses Sputum die wichtigste Rolle. Wenn man nachzuweisen vermochte, daß ein schwindsüchtiger Mensch (Phthisiker) täglich 7200 Millionen vollgiftige Tuberkelbazillen auszuscheiden vermag, so ist der untrügliche Beweis für die enorme Ansteckungsquelle des Sputums erbracht.

Von Besonderheit ist die Tatsache, daß aus feuchtem Sputum die Tuberkelbazillen unter normalen Verhältnissen nicht losgerissen werden können, daß sie erst, wenn das Sputum eingetrocknet ist, durch Verstäubung in die Umgebung gelangen.

Man hat demnach ein einfaches Mittel in der Hand, um die Ansteckungsquelle aufzuheben, indem man zu verhüten sucht, daß Tuberkulöse ihren Auswurf auf den Boden oder in das Taschentuch verbringen. In beiden Fällen ist ja die Eintrocknungsgefahr groß.

Die von den Schwindsüchtigen ausgeatmete Luft ist tuberkelbazillenfrei, dagegen ist es beim Sprechen und namentlich beim Husten möglich, daß Tuberkelbazillen sich an den feinen Tröpfchen, die dabei in die Luft geschleudert werden, anhaften („Tröpfcheninfektion"). Das Vorhalten des Taschentuchs beim Husten ist ein einfaches Mittel, um dieser Art der Übertragung vorzubeugen.

Die Frage nach der Vererbbarkeit der Tuberkulose ist nach den neuesten Versuchen und statistischen Ergebnissen dahin zu beantworten, daß eine Vererbung vom Vater aus durch den Samen ausgeschlossen ist. Dagegen haben vereinzelte Fälle ergeben, daß von der Mutter aus die Erreger in die Frucht übergehen vermögen (kongenitale Tuberkulose). Es scheint dies aber äußerst selten zu sein.

Daß die Veranlagung zur Tuberkulose vererbt sein kann (hereditäre Disposition), dürfte feststehen, obwohl sie keine so große Rolle spielt, wie man oft anzunehmen geneigt ist. Wichtiger ist die erworbene Empfänglichkeit (Disposition), die einmal darin

zu sehen ist, daß in gewissen Berufen die Ansteckungsgefahr eine große ist, daß durch die schlechte wirtschaftliche Lage die natürliche Widerstandskraft vermindert werden kann, daß Alkoholismus die Disposition für Tuberkulose erhöht. Auch andere Krankheiten, wie Katarrhe, Zuckerkrankheit, syphilitische Geschwüre, Masern, Scharlach, begünstigen die Entstehung der Schwindsucht.

Eine Ausrottung der Tuberkulose ist möglich, wenn jeder Tuberkulöse die Verhaltungsmaßregeln, die weitere Ansteckungen verhüten, kennt und einhält.

3. Der Typhusbazillus.

Der Unterleibstyphus (Abdominaltyphus), eine altbekannte Krankheit, wird hervorgerufen durch ein kurzes, plumpes, lebhaft bewegliches Stäbchen, dessen Breite 0,5 bis 0,8 μ, dessen Länge 1 bis 3 μ beträgt. Die Geißeln des Typhusbazillus befinden sich an den Enden und Seiten. Die Annahme eines lebenden Ansteckungsstoffes („contagium vivum") war schon um die Mitte des vorigen Jahrhunderts eine allgemeine, jedoch gelang der Nachweis, die Entdeckung des Typhusbazillus, erst Eberth im Jahre 1880. Die erste Reinkultur des Thyphusbazillus stammt von Gaffky (1884), der namentlich in der Züchtung auf Kartoffeln durch die entstandenen eigentümlichen Wachstumserscheinungen ein besonderes Unterscheidungsmerkmal von Typhusbazillus und anderen ihm ähnlichen Arten aufstellte. Gerade in dieser Unterscheidung liegt auch für den modernen Bakteriologen eine Hauptschwierigkeit, da in dem menschlichen Kot (faeces) eine Reihe von typhusähnlichen Kleinlebewesen vorkommen.

Die Unterscheidungsmöglichkeiten wurden im Jahre 1894 durch Pfeiffer und Kolle mit der Entdeckung einer „Typhusimmunitätsreaktion" wesentlich bereichert, über deren Ausführung noch einiges gesagt werden soll.

Die günstigsten künstlichen Wachstumsbedingungen bietet man dem Typhusbazillus, wenn man ihn bei 37 Grad auf Gelatine, Agar oder Kartoffeln züchtet. Er bildet in Gelatine charakteristische Oberflächenkolonien, welche keine Verflüssigung hervorrufen. Sporen bildet der Typhusbazillus nicht, dagegen werden auf Agar und besonders auf Kartoffeln stark lichtbrechende, leicht

färbbare Polkörner in dem Leib des Bazillus zur Entstehung gebracht, welche bei dem Bacterium coli, einem dem Typhusbazillus ähnlichen Darmbewohner, nicht vorkommen.

Die bakteriologischen Untersuchungsmethoden gehen beim Typhus teilweise darauf aus, dieses Bacterium coli scharf zu erkennen. Ein Charakteristikum für den Typhusbazillus ist die Eigenschaft, daß er kein Indol in Bouillon bildet, was die Kolistämme erzeugen. In blauer Lackmusmolke (kaseinfreie Milch, die mit etwas Lackmuslösung versetzt wurde) bildet der Kolibazillus mehr Säure als der Typhusbazillus. Ersterer färbt hierdurch diesen blauen Nährboden hellrot. Als Mischling, der ebenfalls typhusbazillenähnliche Eigenschaften hat, ist der im Kot vorkommende Bacillus faecalis alcaligenes anzusehen.

Neben der Züchtung der Typhusbazillen aus Kot, Blut oder Urin des Typhusverdächtigen spielt bei der Feststellung der Krankheit noch die „Agglutinationsprobe", die sogenannte Widalsche Reaktion eine große Rolle.

Diese Prüfungsmethode beruht auf der Erscheinung, daß Tiere und Menschen, wenn Typhusbazillen in sie eingedrungen sind, Gegengifte erzeugen, die zweierlei Art sind. Die einen Gegengifte lösen die Typhusbakterien auf. Man heißt diese Stoffe Bakteriolysine. Die anderen wirken so auf die Typhusbakterien ein, daß sie diese in ihrer Beweglichkeit hemmen, daß sie ein Zusammenballen (Agglutination) bewirken. Diese Stoffe führen den Namen Agglutinine.

Diese Gegengifte (Antistoffe), die im Typhuskranken entstehen, wirken nur auf Typhusbazillen, auf keine anderen Bakterien ein.

Entnimmt man also einem Typhusverdächtigen Blut, so kann man mit diesem Blute den Versuch machen, ob es in einem Gläschen Typhusbazillen auflöst oder nicht, ob Typhusbazillen, zu denen man dies Blut gebracht hat, sich zusammenballen, Häufchen bilden oder nicht.

Zu dem Zwecke wird das typhusverdächtige Blut am besten von den roten Blutkörperchen befreit und die Probe mit dem gelben Saft, der übrig bleibt, dem Blutserum, ausgeführt.

Bei der Verbreitung des Typhus spielt das Wasser eine große Rolle, in dem die Typhusbazillen einige Zeit lang sich lebend erhalten können. Eine Verunreinigung von Brunnen ist auf dem Lande sehr oft möglich und dadurch bei Vorkommen von vereinzelten Typhuserkrankungen die Gefahr einer epidemischen Ausbreitung sehr groß.

In Z. lagen im Juni 1895 zwei typhuskranke Kinder in einem Hause, in dem sich kein Abort befand. Die Ausscheidungsstoffe wurden teils auf eine Dunggrube, teils auch in den Rinnstein geschüttet. Dieser Rinnstein zog sich die Straße hinab in die Nähe eines Pumpbrunnens, der von oben her verunreinigt werden konnte. Von Leuten, welche das Wasser dieses Brunnens benutzten, erkrankten von Ende Juni bis Mitte Juli 94 Personen an Typhus, während andere Familien, die ihr Wasser aus einem anderen Brunnen holten, gesund blieben.

Durch typhusbazillenhaltiges Wasser, durch Verunreinigung kann auch Milch zum Überträger von Typhus werden. Eine Reihe von Epidemien sind darauf zurückzuführen, daß in dieses wichtige Nahrungsmittel auf irgend eine Weise Typhusbazillen gelangten.

Gerade an diesen Beispielen sehen wir, wie wichtig es ist, bei Krankheiten schnell zu erkennen, ob es sich um eine ansteckende Krankheit (Infektionskrankheit) handelt oder nicht, um in ersterem Falle dafür Sorge zu tragen, daß die Ausscheidungsstoffe nicht in Berührung mit Gesunden kommen können.

Eine Merkwürdigkeit, auf die man erst in den letzten Jahren aufmerksam wurde, ist die Erscheinung der „Typhusbazillenträger". Unter ihnen sind Menschen zu verstehen, die körperlich gesund sind und doch in ihrem Kot, Urin echte Typhusbazillen tragen, welche eine ständige große Gefahr für die Umgebung sind.

Hat nämlich ein Mensch Typhus überstanden, so kann der Fall eintreten, daß durch die Ansammlung von Typhusgegengiften im Blute die Giftstoffe der Typhusbazillen nicht mehr auf den Menschen einwirken, daß er „immun", geschützt ist, daß sein Körper aber trotzdem noch ein Nährboden für die in ihm enthaltenen Typhusbazillen sein kann, die ihm zwar nichts mehr anhaben können, dank der Gegengifte, die aber für alle gefährlich sind, welche die Krankheit noch nicht hatten.

Man hat diese Gesunde wie Kranke zu beaufsichtigen und zu isolieren. Der Zustand dieser für die Umgebung gefahrdrohenden Ausscheidung virulenter Typhusbazillen hört nach 3 bis 6 Monaten auf.

4. Der Erreger der Ruhr (Dysenterie).

Auch die Ruhr holt schon längst ihre Opfer aus dem Menschengeschlecht, und auch ihre Ursache wurde in einem Kleinlebewesen, in einem von Shiga und Kruse entdeckten Kurzstäbchen gefunden, das unbeweglich, also geißellos ist, sich leicht färbt mit Anilinfarben und auf allen gebräuchlichen Nährböden gut wächst.

Besondere Widerstandsfähigkeit weist der Ruhrbazillus nicht auf. Er wird leicht von anderen Bakterien überwuchert und dadurch getötet. In Sonnenlicht stirbt er nach 30 Minuten ab. In ausgetrocknetem Zustand hält er sich etwa 14 Tage lebensfähig. Karbol und Sublimat, Alkohol in schwacher Konzentration bewirken fast momentane Abtötung.

5. Der Pestbazillus.

Mit Grausen hören wir den Namen: Pest. Wir denken an die Wanderzüge der fürchterlichen Seuche, die aus Unsichtbarem heraus wenige verschonte, an den „schwarzen Tod", an das große Sterben der Jahre 1347 bis 1350 in Europa.

Als in den Jahren 1893 und 1894 durch den Ausbruch der Pest in Hongkong die Gefahr einer Einschleppung nach Europa wiederum groß war, hatte man Gelegenheit, die neuzeitlichen Untersuchungsmethoden anzuwenden, und es gelang Kitasato, gleichzeitig unabhängig von ihm auch Yersin, den Erreger der Pest festzustellen als ein kurzes, plumpes, an den Enden abgerundetes, seitlich etwas ausgebauchtes Stäbchen, das bei der Färbung einen helleren, den Farbstoff schwerer aufnehmbaren Hof im Innern zeigt.

Außer dieser Form kommt der Pestbazillus auch in rundlicher (Kokkentypus) und länglicher Form (Stäbchentypus) vor, ein Zeichen, daß der Pestbazillus bezüglich seiner äußeren Gestalt sehr veränderlich ist. Auch bildet er bläschenartige Formen, die als Entartung (Degeneration) aufzufassen sind.

Die beste Züchtungstemperatur für den Pestbazillus liegt zwischen 25 und 30 Grad, wobei Sorge zu tragen ist, daß der Nährboden, auf den man ihn zum Wachstum bringen will, genügend feucht ist. Als Nährboden wird der gewöhnliche Agar und Gelatine verwendet. Auf ersterem erhält man durch Zusatz von 2 bis 3 Prozent Kochsalz besonders gut ausgebildete Degenerationserscheinungen, die übrigens der Giftigkeit keinen Einhalt tun. In Bouillon wird von den Pestbazillen ein Bodensatz und, steht das Gläschen, in dem sich die Nährlösung befindet, dauernd ruhig, ein Ring auf der Oberfläche erzeugt, der sich allmählich zu einem Häutchen auswächst.

Außerhalb des Körpers kann der Pestbazillus ziemlich lange lebensfähig bleiben. Kulturen zeigten nach Jahren noch ihre enorme Giftigkeit. Auch gegenüber anderen Bakterien erweisen sie sich resistent.

Gelangen Pestbazillen auf Nahrungsmittel, so kann eine erhebliche Vermehrung eintreten. Im gewöhnlichen Wasser halten sie sich etwa 14 Tage lebensfähig, im salzhaltigen Meerwasser dagegen 47 Tage lang, ein deutliches Zeichen, welch günstigen Einfluß das Kochsalz auf sie ausübt, da sie sich im Meerwasser auch vermehren können.

Abtötung durch Austrocknen hängt hauptsächlich von der Temperatur ab, bei der die Trocknung stattfindet. Bei niederer Temperatur halten sie sich in angetrocknetem Zustand länger lebensfähig als bei Temperaturen von 25 bis 37 Grad. Ist die Bakterienschicht dick beim Antrocknen, so können sie viele Tage lang lebend bleiben, da in diesen Fällen die Austrocknung nicht genügend eintritt.

In natürlichen Verhältnissen wirkt auf die Lebensfähigkeit der Pestbazillen besonders der Wechsel von Trockenheit und Feuchtigkeit ungünstig. Auch Sonnenlicht tötet den Pestbazillus bald, bei direkter Besonnung innerhalb 3 bis 4 Stunden. Weniger empfindlich sind die Pestbazillen gegen Kälte.

Bei trockener Hitze von 100 Grad gehen sie in einer Stunde zugrunde, bei feuchter Hitze von 100 Grad binnen wenigen Minuten.

Von chemischen Stoffen ist Sublimat am wirksamsten, das in einpromilliger Lösung (1 Gramm Sublimat in 1 Liter Wasser gelöst) innerhalb 10 Minuten Pestbazillen vernichtet. Weniger wirksam ist Karbolsäure, deren Wirkung jedoch durch Zusatz von Schwefelsäuren zu gleichen Teilen erheblich verstärkt wird (Karbolschwefelsäure).

Die verschiedenen Tiere zeigen gegenüber Pest eine verschiedene Empfänglichkeit. Am empfänglichsten sind die Nagetiere, besonders die Ratten. Wegen dieser natürlichen Disposition für Pest benützt man sie in den Laboratorien zur sicheren Feststellung, ob isolierte Bakterien Pestbazillen sind oder ob in Aus-

scheidungsstoffen Pestverdächtiger diese enthalten sind oder nicht. Die künstlich mit solchem Material versetzten (geimpften) Tiere gehen, wenn es sich um Pest handelt, nach wenigen Tagen zugrunde und ihr Körper ist angereichert mit den Erregern, die sich namentlich in der Milz vorfinden.

Auf Vögel kann die Pest nicht übertragen werden, sie sind „immun". Frösche zeigen sich mehr empfänglich hierfür, namentlich ist es gelungen, durch Züchtung von Pestbazillen in Froschkörpern die Erreger für Frösche giftiger zu machen.

Für die Bekämpfung der Pest wichtig ist, daß Fliegen als Überträger der Pestbazillen fungieren können. Fliegen selbst scheinen nicht unempfänglich für Pest zu sein. Wenigstens geht aus einer Reihe von Versuchen hervor, daß Fliegen, die sich an Organsäften von Pestleichen ansteckten, starben. Der Fliegenkörper enthielt hernach zahlreiche Pestbazillen.

Auch Ameisen und Wanzen können zu Pestüberträgern werden, wenn sie Gelegenheit hatten, mit den Erregern der Pest in Berührung zu kommen. Der Nachweis, daß Flöhe, die sich an pestkranken Tieren durch Stich angesteckt hatten, Pest auf Menschen übertragen können, gelang ebenfalls.

Die Pestbazillen sind wirksam durch ein Gift (Toxin), das sie erzeugen und das sie ausscheiden. Die Darstellung dieses Giftes in reinem Zustand gelang bis jetzt noch nicht.

Die Heimat des Pestbazillus ist der Orient, in dem er offenbar an vier Stellen ständig zu finden ist und von wo aus er manchmal in andere Gegenden kommt. Man nennt solche ständigen Stellen Pestherde. Diese Herde sind in China (Provinz Yünnan), im Himalaja, ferner südlich von Mekka und ein vierter im Innern von Afrika in Ugunda (Britisch-Ostafrika).

Die vielen Beobachtungen, die man bei Pestausbrüchen zu machen Gelegenheit hatte, führten zu der Annahme, daß es drei Stadien sind, welche die Epidemie begleiten. Zuerst bilden sich kleine Zentren, Ansteckungszentren, von denen aus sich die Seuche verbreitet und langsam anschwillt. Das zweite Stadium ist gekennzeichnet durch eine riesige Sterblichkeit, durch ein furchtbares Wüten; das dritte Stadium ist ein langsames Zurückgehen, Abschwellen.

Mit dieser Epidemieentwicklungsart unterscheidet sich die Pestilenz von Choleraepidemien, die explosionsartig auftreten.

Für die Bekämpfung der Pest wichtig ist die Tatsache, daß sich das Pestgift, der Erreger, hartnäckig an die Wohnungen haftet, was zur Bezeichnung „Pesthäuser" Anlaß gab. Aus der Empfindlichkeit des Pestbazillus gegen Licht können wir eine wichtige Art der Ausrottung schöpfen.

Die Empfänglichkeit der Ratten gegen Pest geht auch daraus hervor, daß durch sie oft die Pest verschleppt wird. In den Häfen werden wegen dieser Gefahr regelmäßig die Schiffe untersucht, und bei dem geringsten Verdacht muß eine Desinfektion vorgenommen werden, die zugleich alle im Schiffe befindlichen Ratten tötet.

6. Der Erreger des Starrkrampfes (Tetanus).

Diese Krankheit gehört zu den selteneren. Sie wird erzeugt durch ein 2 bis 4 μ langes, 0,3 bis 0,5 μ breites Stäbchen, dessen Ecken leicht abgerundet sind und die sich mit Hilfe von rings um den Bazillenleib angeordneten Geißeln langsam bewegen. Nikolaier entdeckte im Jahre 1885 den Tetanusbazillus, dessen Züchtung in Reinkultur im Jahre 1886 Kitasato, dem bekannten Schüler Robert Kochs, gelang.

Der Tetanusbazillus bildet Sporen, vermag auch bei Luftabschluß zu gedeihen und gehört zu den „Anärobiern". In fast allen Erdproben konnte er gefunden werden, doch müssen verschiedene Umstände dazu kommen, damit er seine unliebsame Wirksamkeit entfalten kann. Gelangt er in großer Menge in eine Wunde, so kann er zuweilen zur Entwicklung kommen.

Anilinfarben nimmt der Tetanusbazillus leicht auf. Auf Agar und Gelatine wächst er nicht besonders gut, besser in Bouillon, auf Kartoffeln gar nicht. Sticht man Tetanusstäbchen mit Hilfe der Platinnadel in Agar, so bildet er senkrecht zum Stichkanal Seitenäste, und zwar in der Nähe der Oberfläche weniger lange als in den unteren Teilen des Gläschens, was der ganzen Kultur das Bild eines Tännchens in verkleinertem Maßstab gibt. Die beste Temperatur ist 37 Grad. Das beste Wachstum tritt bei völligem Sauerstoffabschluß ein.

Die Herstellung des Tetanusgiftes gelang bald nach der Isolierung und Reinzüchtung des Bakteriums. Als Nährboden verwendet man zur Gewinnung des Tetanusgiftes Bouillon, der man Pepton und Kochsalz zusetzt. Züchtet man in dieser

Nährlösung Tetanusbazillen bei Bruttemperatur 6 bis 8 Tage lang unter Sauerstoffabschluß, so gelangt man zu einer Flüssigkeit, die enorme Giftigkeit besitzt, von der 0,000005 Kubikzentimeter schon eine Maus von 10 Gramm Körpergewicht töten.

Man kann durch Filtration mit Hilfe von Tonkerzen (Abb. 13) die giftigen Stoffwechselprodukte, das Tetanusgift, von den Bazillenleibern trennen und erhält eine bakterienfreie Flüssigkeit, die aber noch dieselbe enorme Giftigkeit besitzt. Das Gift kann man durch Zusatz von Ammoniumsulfat in unlöslichen Zustand überführen („fällen"), wodurch man zu einem Präparat kommt, von dem 0,000001 Gramm eine Maus töten, ja durch besondere Verfahren gelangt man zu einem Körper, von dem zur Erreichung dieses Effektes noch weniger erforderlich ist. In absolut reinem Zustand konnte das Tetanustoxin noch nicht dargestellt werden. Die Tiere erweisen sich bei der Einverleibung dieses Giftes in verschiedener Weise empfänglich. Das Pferd ist 12mal so empfindlich als eine Maus und letztere 30000mal so empfindlich als ein Huhn. Das Gift kann durch Erwärmung zerstört werden; auch Belichtung mit Sonnenlicht macht es unwirksam nach 15 bis 18 Stunden. Abschwächend wirken eine Reihe von chemischen Stoffen, wie das von Behring zu diesem Zwecke vorgeschlagene Jodtrichlorid.

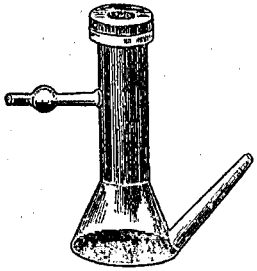


Abb. 13. Tonkerze zur Erzielung bakterienfreier Flüssigkeiten.

Wie das Gift im Körper sich entfaltet, darüber herrschen noch verschiedene Meinungen. Offenbar sind es, wie Ehrlich in seiner „Seitenkettentheorie" annimmt, chemische Verbindungen, die das Tetanustoxin mit Organteilen eingeht, wodurch die eigentliche Wirkung hervorgerufen wird.

In den Tetanusbouillonkulturen kommt neben dem Tetanusgift noch ein anderes vor, das dadurch gekennzeichnet ist, daß es rote Blutkörperchen* auflöst.

Das Gift wird als Tetanolysin bezeichnet.

* Untersucht man einen Blutstropfen, so findet man eine große Anzahl sehr kleiner runder Scheibchen, welche den roten Blutfarbstoff (Hämoglobin) enthalten. Dies sind die von Leeuwenhoek im Jahre 1673 entdeckten roten Blutkörperchen (Erythrozyten), deren Durchmesser beim Menschen 7,5 μ beträgt. Männer haben im Durchschnitt 5 Millionen, Frauen 4½ Millionen roter Blutkörperchen im Kubikmillimeter; in der gesamten Blutmasse, die beim Menschen etwa 5 Liter ausmacht, 25 Billionen.

7. Der Erreger der Diphtherie.

Die brandige Zerstörung der Rachenorgane, die Diphtherie, der Krupp, wuchert wie die anderen mörderischen Seuchen schon längst unter den Herren der Erde.

Die richtige Auffassung der Krankheit, ihre Abgrenzung gegen andere ähnliche Erscheinungen, der Zusammenschluß solcher Krankheitsbilder unter dem Namen Diphtherie brach sich jedoch erst um die Mitte des vorigen Jahrhunderts Bahn. Unter den Meistern, die Licht in das Dunkel brachten, sind Bretonneau, Virchow, Ortel, Klebs und Löffler zu nennen. Löffler gelang es, unter Anwendung der Isolierungsmethoden Robert Kochs, im Jahre 1884 den Diphtheriebazillus in Reinkultur zu züchten und damit das wichtigste Moment in die Entstehungsgeschichte (Ätiologie) der grimmigen Kinderkrankheit zu tragen.

Der Löfflersche Diphtheriebazillus zeigt sich unter dem Mikroskop als ein unbewegliches Stäbchen, dessen Länge erheblich wechselt. Durchschnittlich haben sie dieselbe Länge wie die Tuberkelbazillen, jedoch die doppelte Dicke. Die Anilinfarben nehmen die Stäbchen leicht auf, wobei sich die Pole der Bakterien stärker färben als die übrigen Teile. Die Keulenform findet man häufig gut ausgeprägt.

Der Diphtherieerreger bedarf zum Wachstum Sauerstoff und gedeiht gut zwischen 33 und 37 Grad, wobei am besten eiweißhaltige Nährböden (Blutserum) Verwendung finden.

Man gewinnt eine Diphtheriekultur aus dem Rachenbelag so, daß man diesen Belag mit Hilfe eines keimfreien kleinen Wattebäuschchens, das um ein dünnes Holzstäbchen gewickelt wurde, abstreift. Dieser Belag wird auf Serum aufgestrichen und dieses Serum im Brutschrank auf 35 bis 37 Grad gehalten. Die Begleitbakterien, die auch im Rachenbelag sein können (Staphylokokken, Streptokokken und andere), gedeihen auf dem Serum weniger schnell als Diphtheriebakterien, welch letztere bereits nach 6 bis 8 Stunden zu sichtbaren körnchenartigen Kolonien gewachsen sind, die nach etwa 20 Stunden

die Größe eines Stecknadelkopfes erreicht haben, wobei sie eine weißliche Farbe zeigen.

Die Körnchenbildung im Innern des Diphtheriebazillus ist für die Unterscheidung von anderen Bakterien sehr wichtig.

Gegen Kälte sind die Diphtheriebazillen sehr widerstandsfähig, ebenso behalten sie ihre Lebensfähigkeit monatelang in Bouillon und auf anderen Nährböden. Bei 60 Grad gehen sie zugrunde. Sie sind also gegen höhere Wärmegrade sehr empfindlich.

Ein hervorragendes chemisches Abtötungsmittel für Diphtheriebazillen ist Wasserstoffsuperoxyd und die aus ihm hergestellten Peroxole. Ebenso ist der Formaldehyd sehr wirksam.

Von Tieren sind die Hunde am empfänglichsten für Diphtherie, auch Geflügel und Meerschweinchen.

Löffler vermochte das diphtherische Gift durch Behandeln von diphtheriekranken Organen mit Glyzerin, auch aus diphtheriebazillenhaltiger Bouillon durch Fällung mit Alkohol zu gewinnen.

Das Diphtheriegift wird durch Erhitzung auf 100 Grad innerhalb 10 Minuten völlig zerstört. Sonnenlicht wirkt ebenfalls in diesem Sinne.

Für die Bekämpfung der Diphtherie ist das von Professor Dr. Behring entdeckte Diphtherieserum das wichtigste Mittel geworden.

Wie wird dieses Serum hergestellt?

Nicht in den Kochkolben der Chemiker, nicht durch Aufeinanderwirken bekannter Substanzen. Wir sind noch völlig auf die chemische Arbeitsleistung des lebenden Körpers angewiesen, den wir zur Diphtherieserumgewinnung heranziehen. Er ist unsere chemische Fabrik.

Man benutzt in erster Linie Pferde. Diesen Tieren wird eine in ihrer Giftigkeit (Virulenz) etwas abgeschwächte Diphtheriekultur eingespritzt. Diese Diphtheriekultur stellt eine Zucht von Diphtheriebazillen in Bouillon dar, der zur Virulenzabschwächung etwas Jodtrichlorid zugefügt wurde.

Die Tiere werden nach dem Überstehen der durch die Einspritzung verursachten Erkrankung eine Immunität aufweisen, das heißt es haben sich Schutzstoffe, Gegengifte (Antitoxine) im Körper gebildet, durch deren Vorhandensein ein regelrechter Schutz des Pferdeorganismus zustande gekommen ist; denn gelangt in den Körper nochmals Diphtheriegift, so wird dessen Wirkung durch das vorhandene Gegengift momentan aufgehoben.

Der Schutz nach der ersten Einspritzung ist, weil abgeschwächte Kulturen benutzt wurden, keineswegs ein erheblicher, aber doch so, daß bei wiederholter Einspritzung unter Benutzung einer stärker giftigen Kultur diese ertragen wird und eine Steigerung der Immunität, des Schutzes eintritt.

In solcher Weise rückt man vor und erreicht eine erhebliche Anreicherung von Gegengiften im Blute des betreffenden Tieres. Man prüft den Antitoxingehalt und entnimmt dem Tier aus einer der großen Venen 1 bis 5 Liter Blut. Dieses Blut kommt in keimfreie Gläser, die 12 bis 24 Stunden lang kühl gehalten werden. Es scheidet sich der Blutkuchen mit den roten Blutkörperchen aus, über dem das gelbe Blutserum steht. Dieses wird unter entsprechenden Vorsichtsmaßregeln abgegossen und zur Haltbarmachung mit 0,5 Prozent Phenol versetzt.

Die Sera, die in den Handel kommen, werden genau geprüft.

Ehrlich hat sich um die Prüfung und Wertbestimmung der Sera große Verdienste erworben. Nach ihm bezeichnet man als Diphtherie-Normal-Toxin diejenige Giftmenge, mit der man 100 Meerschweinchen von je 250 Gramm, also zusammen 25000 Gramm Meerschweinchen so anstecken (infizieren) kann, daß die Tiere am vierten Tage sterben.

Unter Normalserum oder Diphtherie-Antitoxin-Normal ist dasjenige Serum zu verstehen, von dem 0,1 Kubikzentimeter die zehnfache tödliche Dosis Toxin aufhebt (neutralisiert). Wenn wir demgemäß von 1 Kubikzentimeter Serum konstatiert haben, daß es 10 Toxineinheiten neutralisiert, so sprechen wir ihm 10 Immunitätseinheiten im Kubikzentimeter zu. Die Diphtherieseren der verschiedenen Fabriken haben nicht den gleichen Gehalt an Immunitätseinheiten. Dieser schwankt von 200 bis 1000 Immunitätseinheiten im Kubikzentimeter.

Roux und Marzin schwächen ihre Kulturen der Diphtheriebazillen, die sie zur Immunisierung benutzen, durch Gramsche Lösung ab, die aus einer Auflösung von Jod und Jodkalium in Wasser besteht. Zur Konservierung benutzen sie ein Stückchen Kampfer.

Die französische Wertbestimmung unterscheidet sich von der deutschen. Man findet aus dem Rouxschen Immunisierungswert den Ehrlichschen, indem man ersteren durch 500 dividiert.

Auch trockenes Diphtherieserum kommt in den Handel. Es wird aus dem flüssigen, nicht konservierten Serum durch Austrocknen im Vakuum über Schwefelsäure hergestellt. Da es, wenn in zugeschmolzenen Gläsern aufbewahrt, unbegrenzt haltbar ist, so wird es namentlich in den heißen Ländern häufig benützt.

So lassen wir den lebenden Körper für uns arbeiten ohne Maschinen. Und doch gehorcht er uns wie die Maschine, der wir das Leben eingehaucht haben. Wir bekommen das aus ihm, was wir wollen, in einer Form, wie wir es auf andere Weise noch nicht zu gewinnen vermögen.

Ein merkwürdiger Weg, den das Pferd geht. Der Motor jagt es von der Deichsel weg. Sein Körper wird zur chemischen Fabrik von Heilmitteln.

8. Der Erreger der Cholera.

Die Heimat der Cholera ist das Gangesdelta. Raubzugartig verläßt die Seuche diesen Platz und breitet sich gleich einer Flutwelle über die Erdoberfläche von einem relativ eng begrenzten Bezirk aus.

Fünf solcher Seuchenzüge verzeichnet bis jetzt die schreckliche Geschichte der Cholera. Der sechste Raubzug begann im Jahre 1902. Ihm sind die letztjährigen Epidemien in Rußland zuzuzählen.

Die erste Pandemie verlegen wir in die Jahre 1817 bis 1823. Hinterindien, Java, Borneo, Mauritius, die Philippinen und die kleinen Sundainseln, Arabien, Mesopotamien, Persien wurden heimgesucht. Europa blieb verschont.

Der zweite Cholerazug begann im Jahre 1826 und dauerte elf Jahre. Über Rußland und die Türkei wurde die Cholera von Bengalen nach Europa eingeschleppt. Die weiteren Cholerapandemien fallen in die Jahre 1840 bis 1850, 1852 bis 1860, 1863 bis 1873, die vorletzte 1883 bis 1896. Die jetzige Cholerapandemie begann im Jahre 1902 mit dem Auftreten in Ägypten und Syrien.

Robert Koch entdeckte im Jahre 1883 bei seinen Cholerastudien in Ägypten den Erreger der Cholera in Gestalt eines kommaförmigen Bazillus, der sich im Darminhalt und in den Darmwandungen aufhält.

Welch große Bedeutung dieser Entdeckung zuzuschreiben ist, geht daraus hervor, daß es nur mit Hilfe der Bakteriologie möglich geworden ist, die Cholera in allen Fällen, auch in den leichtesten, sicher zu erkennen. Erst jetzt war es möglich geworden, den Weg, den die Cholera auf ihren Raubzügen genommen hat, festzustellen. Mit ihrer Hilfe gelang es nachzuweisen, welche Rolle das Trinkwasser bei der Ausbreitung der Cholera spielt.

Der Erreger der Cholera, wegen seiner kommaartigen Form, die sich oft zur Schraubenform ausbildet, Choleravibrio genannt, vermag sich in flüssigen Nährflüssigkeiten außerordentlich rasch zu bewegen. Das Fortbewegungsorgan des Choleravibrio ist ein geißelförmiger Fortsatz, der sich an einem Ende des Bakterienkörpers befindet.

Nicht regelmäßig wird die Kommaform beobachtet. Je nach der Beschaffenheit des Nährbodens, auf dem der Erreger gezüchtet wird, bildet er sich mehr oder weniger zu einem geraden Stäbchen aus, das aber dadurch wieder Kommaform annehmen kann, daß man mit dem stäbchenartigen Choleravibrio ein Tier impft und aus dem Darminhalt des Tieres wiederum den Vibrio züchtet. In den meisten Fällen hat er dann wieder die typische Kommaform angenommen.

Der Choleravibrio nimmt die basischen Anilinfarben sehr leicht auf. Die Züchtung auf Gelatine, die der Choleraerreger verflüssigt, und Agar-Agar gelingt gut. Auf der Gelatine bildet er eine bereits nach 24 Stunden mit dem bloßen Auge erkennbare Kolonie in Form eines kleinen, stark lichtbrechenden Pünktchens. Auf Kartoffeln, in sterilisierter Milch, auf Blutserum, in Bouillon und namentlich in einprozentiger Peptonlösung wächst der Choleravibrio außerordentlich gut und rasch.

Letztere Lösung hat für die Praxis der Cholerauntersuchung große Bedeutung erlangt, da die Choleraerreger, selbst wenn sie in geringer Anzahl in die Peptonlösung gebracht werden, nach 6 Stunden schon in so großer Menge an der Oberfläche dieser Lösung sich vermehrt und angesammelt haben, daß man von einer Reinkultur auch dann sprechen kann, wenn mit den Choleraerregern noch andere Bakterien in die Peptonlösung verbracht wurden.

Zur genauen Feststellung, ob es sich bei einer isolierten Kultur von Vibrionen um Cholerabazillen handelt, benützt man ähnlich wie

bei der Typhusuntersuchung ein Serum, das echte Choleravibrionen zum Zusammenballen (Agglutination) bringt. Ein solches Immunitätsserum für Cholerauntersuchungen wird in der Regel fertig vom Institut für Infektionskrankheiten in Berlin bezogen.

Saure Nährböden eignen sich für die Züchtung der Choleraerreger nicht. Es werden ausschließlich alkalische Nährböden benützt. Bei Temperaturen zwischen 30 und 40 Grad gedeiht der Vibrio am besten.

Im Gegensatz zu vielen anderen Krankheitserregern ist der Choleravibrio gegen Austrocknung sehr empfindlich. Durch Staub kann also Cholera nicht verbreitet werden, nur durch Teilchen von Abgängen Cholerakranker.

Gelangen die Abgänge ins Wasser, so kann durch das Wasser der Erreger übertragen werden, denn in gewöhnlichem Wasser von Flüssen und Teichen kann sich der Vibrio cholerae wochenlang lebensfähig erhalten.

Die Nahrungsmittel der Menschen stellen je nach ihrer Zusammensetzung, ihrem Säuregehalt verschieden gute Nährböden für ihn dar. In sterilisierter Milch wächst er gut und kann sich 10 Tage etwa lebensfähig erhalten, in gewöhnlicher Milch nur 1 bis 2 Tage, da durch die anderen in gewöhnlicher Milch vorkommenden Bakterien bald ein hoher Säuregehalt gebildet wird, der dem Wachstum des Vibrio nicht zuträglich ist. In Kaffee und Tee geht er je nach der Menge von Kaffee und Tee, die man nimmt, mehr oder weniger schnell zugrunde. In Bier stirbt er nach 3 Stunden, in Wein bereits nach 1/4 Stunde.

Daß dieser Vibrio allein imstande sei, die Cholera zu erzeugen, erregte in den Kreisen der Wissenschaft starken Zweifel. Dieser Zweifel wurde indes durch tausendfache Beobachtungen und Untersuchungen beseitigt. Auch an Versuchen, sich künstlich gezüchtete Choleravibrionen beizubringen, hat es unter den Forschern nicht gefehlt. Pettenkofer nnd Emmerich nahmen zum Beispiel in Wasser solche dem Wasser von ihnen zugesetzte Vibrionen zu sich zum Beweise, daß die Choleravibrionen es nicht seien, die die Krankheit erzeugen. Beide erkrankten an Cholera. Pettenkofer weniger schwer als Emmerich, der dem Versuch beinahe zum Opfer gefallen wäre.

Robert Koch unterscheidet bei der Ausbreitung der Cholera zwei Typen, die er als Wasserexplosionen und als Epidemien

durch Berührungsansteckung (Kontaktinfektion) bezeichnet. Bei ersteren spielt infiziertes Wasser die Hauptrolle, bei letzteren kommt die Ausbreitung durch Berührung Cholerakranker mit Gesunden zustande.

Die im Jahre 1892 in Hamburg ausgebrochene Choleraepidemie ist zum Beispiel auf verseuchtes Wasser zurückzuführen. Hamburg besaß damals noch kein Filterwerk für das Elbwasser, soweit es zu Trinkzwecken benützt wird.

Der Beweis der Kochschen Anschauung, daß die Verbreitung durch das Leitungswasser in Hamburg stattgefunden hat, konnte sehr gut erbracht werden.

Hamburg und Altona sind bekanntlich so miteinander verbunden, daß man die Grenze nicht zu erkennen vermag. Bei der Choleraepidemie trat die Grenze deutlich zutage. In Straßen, deren eine Häuserreihe zu Hamburg, deren andere Seite zu Altona gehörte, war die Cholera nur auf der Hamburger Seite ausgebrochen. Die Wasserleitung von Hamburg und Altona war nämlich eine verschiedene.

Mit Hilfe der durch die bakteriologische Forschung erzielten Resultate ist es möglich geworden, den Kampf gegen die Seuche mit geeigneteren Waffen zu führen, als es früher ohne diese Kenntnisse der Fall war. In erster Linie kommt es darauf an, daß selbst die leichtesten Fälle von Cholera bakteriologisch als solche festgestellt werden, daß der Kranke isoliert wird, daß in den Abgängen der Kranken regelmäßig die Choleraerreger vernichtet werden. Ebenso müssen die Wohnung, die Kleider, die Wäsche einer gründlichen Desinfektion unterzogen werden.

Das Gift des Choleravibrio darzustellen, war bis jetzt erfolglos, was sich unter anderem auch in dem Mißlingen aller Versuche, für Cholera ein Heilserum zu gewinnen, äußert.

Emmerich gibt sich seit lange mit dem Problem des Choleragiftes ab und hat bereits im Jahre 1893 die Frage nach den Stoffwechselprodukten der Choleravibrionen im lebenden Organismus aufgeworfen, zu einer Zeit, in der Petri nachwies, daß Choleravibrionen aus Nitraten (salpetersauren Salzen) Nitrite (salpetrigsaure Salze) zu bilden vermögen, aus denen sich dann bei der gleichzeitigen Entstehung von Milchsäure freie salpetrige Säure abspaltet.

Loew hatte Nitrate in den pflanzlichen Nahrungsmitteln, in Gurken, Rettichen, Kohlraben, Weiß-, Blau- und Sauerkraut,

in Kartoffeln, auch in vielen Brunnenwässern feststellen können, und Emmerich hatte schon damals den Schluß gezogen, daß Choleravibrionen im Darm des Menschen die durch die Nahrung zugeführten Nitrate in Nitrite umwandeln, aus denen dann im Darm freie salpetrige Säure entsteht, die offenbar als das eigentliche Choleragift anzusehen ist, was auch aus den Choleraerscheinungen selbst hervorzugehen scheine, da diese mit den Symptomen der Salpetrigsäurevergiftung identisch seien.

Es handelte sich nun um das Wichtigste, um den experimentellen Nachweis, der scheinbar leicht hätte geführt werden können, da wir eine Reihe äußerst empfindlicher Stoffe (Reagenzien) zum Salpetrigsäurenachweis besitzen.

Emmerich machte Impfversuche mit Meerschweinchen und Hunden, indem er einem Teil der Versuchstiere Cholerabazillen allein, einem anderen Teil Nitrate (salpetersaure Salze) allein und einem dritten Teil Mischungen von Choleravibrionen und Nitraten in den Magen einführte. Nur bei dem dritten Teil der Versuchstiere, die mit Nitraten und Choleravibrionen „versetzt" worden waren, traten Krankheitserscheinungen auf: sehr heftige Diarrhöe, Krämpfe bei subnormaler Temperatur. Das schwarzbraune Blut gab bei der Untersuchung deutliche Nitritreaktion.

Es fehlte noch der Nachweis der salpetrigen Säure im Magen- und Darminhalt von Cholerakranken.

Emmerich hatte Gelegenheit, im Sommer 1909 bei dem Ausbrechen der Choleraepidemie in St. Petersburg seine Untersuchungen fortzusetzen beziehungsweise am Menschen zu beginnen. Es gelang ihm, in den zu Anfang des Choleraanfalls erbrochenen wässerigen Flüssigkeitsmassen oft große Mengen von salpetriger Säure (schätzungsweise bis zu 40 Milligramm) zu finden. Die Frage, woher die Nitrate, die salpetersauren Salze stammen, aus denen die salpetrige Säure von den Choleravibrionen gebildet wird, dürfte mit den oben angeführten Untersuchungen Loews beantwortet sein, und merkwürdigerweise finden diese neuen Entdeckungen bereits ihren Ausdruck in dem alten Volksglauben, nach dem der Genuß von Gurken, Rüben, Rettich usw. in Cholerazeiten gefährlich sein soll.

Der Krankheitsverlauf der Cholera wäre demnach folgender: Cholerakranke deponieren die durch die salpetrige Säure geschädigten Vibrionen in ihrer Umgebung. Die in den Abgängen befindlichen Choleraerreger gelangen auf dem Boden in sauerstoffarme („anärobe") Verhältnisse, die ihnen zur Giftbildung behilflich sind, mit den Schuhen, durch Fliegen usw. in Küche, Wohnung und auf Nahrungsmittel. Die Ansteckung kommt zustande, äußert sich so lange jedoch in keinerlei erheblichen Erscheinungen, solange nitratfreie Nahrung genossen wird. Kleine Mengen letzterer, das heißt kleine Mengen aus ihr entstehender salpetriger Säure erzeugen eine leichte Cholerine, große Mengen den Choleraanfall, die eigentliche Salpetrigsäurevergiftung.

Durch die Wirkung dieser Säure, die zu den furchtbarsten Giften für alles Lebende zu zählen ist, wird das Oxyhämoglobin des Blutes in Methämoglobin, zum größten Teil jedoch in Stickoxydhämoglobin umgewandelt, wodurch das Blut schwarzbraun wird.

Emmerich glaubt, daß durch nitratfreie Ernährung („Diät") die Choleraseuche wirksam bekämpft werden kann.

Es soll aber nicht versäumt werden, darauf hinzuweisen, daß eine große Anzahl Bakteriologen Emmerichs Anschauungen nicht unbedingt beistimmt.

Die Untersuchungen der letzten Jahre haben den Beweis erbracht, daß das Gift der Choleravibrionen insofern eine grundsätzliche Verschiedenheit von dem des Diphtheriebakteriums zum Beispiel aufweist, als letzteres eine Ausscheidung des lebenden Bakteriums darstellt, das Choleragift dagegen wahrscheinlich erst beim Absterben des Choleravibrio frei wird.

Man spricht deshalb von dem Choleragift als einem im Innern des Bakterienkörpers verbleibenden Gift, einem Endotoxin.

Wie weit die Zukunft beiden Anschauungen recht gibt, muß vorderhand dahingestellt bleiben.

9. Der Erreger der Gonorrhöe (Tripper).

Eine längst bekannte Krankheit, deren Übertragung von Mensch zu Mensch frühzeitig erkannt wurde. Als jedoch gegen Mitte des fünfzehnten Jahrhunderts die Syphilis (Lues) in Europa sich ungeheuer verbreitete, da betrachtete man die Gonorrhöe als eine Abart dieser Geschlechtskrankheit.

Man kam zwar von dieser Auffassung namentlich durch die Untersuchungen Ricords ab. Die Ursache der Gonorrhöe war

aber erst mit der Entdeckung Neissers im Jahre 1879 sichergestellt. Eine runde Bakterie, ein Kokkus, der in der Regel eine Spaltung in der Mitte aufweist, also semmelähnliche Gestalt hat, konnte regelmäßig in den gonorrhöischen Eiterungen wahrgenommen werden. Vom Entdecker wurde er als Gonokokkus bezeichnet.

Blum hat erstmals den Gonokokkus auf geronnenem Blutserum in Reinkultur gezüchtet und ihn mit Erfolg auf die menschliche Harnröhre (Urethra) übertragen.

Die Kaffeebohnenform des Gonokokkus ist sehr charakteristisch, wodurch er sich leicht von anderen Kokken unterscheiden läßt. Die Länge dieser Doppelkokken (Diplokokken) beträgt 1,6 μ, die Breite 0,8 μ.

Ihr Nachweis ist noch durch die Besonderheit ihrer Lagerung im gonorrhöischen Eiter ermöglicht. Sie liegen nämlich häufig innerhalb der Eiterkörperchen (Leukozyten, weißen Blutkörperchen).

Die weißen Blutkörperchen sind wesentlich größer als die roten Blutkörperchen. Ihr Durchmesser beträgt nämlich 4 bis 13 μ. Im Gegensatz zu den roten Blutkörperchen zeigen die Leukozyten Bewegung, die man als amöbenähnliche („amöboide") bezeichnet. (Eine Amöbe ist ein niederes Lebewesen, das aus einer schleimigen Masse besteht, deren Bewegung durch beliebige Ausbuchtung des Körpers zustande kommt.) Die Zahl der Leukozyten beträgt im Kubikmillimeter Blut 5000 bis 10000, ist also außerordentlich schwankend. Die Eigenschaft der weißen Blutkörperchen, kleine Körnchen, auch Bakterien aufzunehmen und zu verdauen, hat ihnen den Namen „Freßzellen" (Phagozyten) eingetragen. Im Eiter finden sie sich in großer Menge.

Weiterhin ist er von den anderen Kokken durch sein Verhalten bei der Gramschen Färbung gekennzeichnet. Bei diesem Verfahren entfärbt er sich im Gegensatz zu den übrigen Kokken vollständig.

Die Zucht des Gonokokkus machte beträchtliche Schwierigkeiten, da er in Bouillon und Gelatine auch bei Bruttemperatur nicht gedeiht. Am besten bewährte sich zur Gonokokkenzucht der Wertheimsche Blutserumagar, dessen Anwendung folgendermaßen geschieht: Man bringt in ein keimfreies Glasröhrchen wenige Kubikzentimeter flüssigen menschlichen Blutserums, setzt etwas gonorrhöischen Eiter hinzu, überträgt einen Tropfen dieser Mischung in ein zweites Gläschen mit flüssigem Serum, aus

diesem einen Tropfen in ein drittes Gläschen, in dem sich ebenfalls flüssiges menschliches Blutserum befindet. Man hat dadurch die Gonokokken genügend verdünnt und gießt sodann in das dritte Gläschen verflüssigten, auf 40 Grad abgekühlten Agar, mischt mit dem Serum und gießt das Ganze in Petrischalen.

An Stelle von menschlichem Serum kann in diesem Falle das tierische nicht treten, da sonst das Wachstum ungenügend ist.

Die günstigste Temperatur für die Gonokokkenzucht liegt bei 36 bis 37 Grad. Unter 30 Grad tritt kein Wachstum mehr ein. Auch bei Einhaltung der erwähnten Optimaltemperatur und Benützung von Serumagar gedeiht der Gonokokkus nicht gerade sehr gut. Er bildet nach 20 Stunden etwa eine winzige sichtbare Kolonie, die nach 24 Stunden etwa Stecknadelkopfgröße erreicht hat, um sich dann nicht weiter zu vergrößern. Die Kultur hat eine schwachgraue Farbe.

Die Lebensfähigkeit der Gonokokken in den Kulturen ist nicht sonderlich stark. Bereits nach 8 bis 10 Tagen sterben sie ab. Durch rechtzeitige Übertragung auf frischen Nährboden kann man die Zucht jedoch ziemlich lange lebensfähig erhalten.

Durch chemische Stoffe wird der Erreger des Trippers sehr leicht angegriffen, wobei sich die Silbersalze am wirksamsten erwiesen, weshalb sie auch bei der Heilung des Trippers in der Regel angewandt werden.

Der Gonokokkus entwickelt seine giftigen Eigenschaften nur im Menschen, hauptsächlich auf den Schleimhäuten. Auf Tiere ist er nicht übertragbar.

10. Die Streptokokken

(die Erreger der Gesichtsrose, der Knochenhautentzündung, des Kindbettfiebers und anderem).

Unter Streptokokken verstehen wir rundlich geformte Bakterien, welche in Kettenform aneinandergereiht sind, so daß sie in Gemeinschaft das Aussehen einer Perlschnur haben.

Es gibt unschädliche und schädliche Arten unter ihnen. Der gefährlichsten einer ist der Streptococcus pyogenes, der Erreger einer Anzahl von Krankheitserscheinungen, die zu den sogenannten Wundinfektionskrankheiten zählen.

Nach mancherlei Anschauungen über die Entstehungsgeschichte der Eiterung und sonstiger Prozesse faßte auf Kochs Unter-

suchungsverfahren beruhend die Ansicht Fuß, daß es tatsächlich kleine Lebewesen sind, die in ursächlichem Zusammenhang mit diesen Krankheiten stehen. In erster Linie war es Ogston, der hierüber umfassende Untersuchungen anstellte.

Die Größe des einzelnen Kokkus beträgt bei den größeren Arten etwa 1 μ. Die Größe hängt jedoch auch von der Art der Züchtung ab, insofern gewisse Nährböden nur kleinere Exemplare von Kokken zur Entwicklung gelangen lassen.

Für die Züchtung der Streptokokken wendet man in der Regel flüssige Nährböden an, also Bouillon, der man durch Zufügen von etwas Natronlauge einen alkalischen Charakter gibt. Auch Traubenzucker befördert das Wachstum erheblich.

Die Temperatur, bei der die Streptokokken am besten wachsen, liegt bei 35 bis 40 Grad. Sauerstoff ist bei den meisten Arten nicht unbedingt notwendig.

Als Krankheitserreger beim Menschen spielen die Streptokokken eine beträchtliche Rolle. Das Erysipel (Rotlauf, Gesichtsrose) wird von ihnen erzeugt, eine Krankheit, die erst in der Mitte des vorigen Jahrhunderts als eine durch einen Zwischenträger verursachte Erkrankung erkannt wurde.

Besondere Erysipelbakterien gibt es nicht. Die Erreger der gewöhnlichen Eiterung können Gesichtsrose hervorrufen, wie durch die bei letzterer auftretenden Bakterien auch Kindbettfieber entstehen kann. Diese Keime haben in angetrocknetem Zustand, im Zimmerstaub zum Beispiel, monatelange Wirkungsfähigkeit, Ansteckungskraft.

Nicht alle Menschen sind für Gesichtsrose gleich empfänglich. In den Berufsklassen, deren Vertreter besonders mit einer Schädigung der Haut zu rechnen haben, kommt sie häufiger vor, wie auch die Beschaffenheit der Haut, ob grob oder fein, eine wichtige Rolle spielt. Auch ausgesprochene große Empfänglichkeit für Gesichtsrose kommt zuweilen vor.

Bei Knochenentzündungen sind neben Staphylokokken (Haufenkokken) ebenfalls Streptokokken gefunden worden. Wie weit dieselben Bakterien als Erreger des Gelenkrheumatismus in Betracht kommen, ist noch nicht völlig aufgeklärt.

Im Schleime sind Streptokokken in der Regel enthalten. Sie sind so lange unwirksam, solange kein krankhafter Zustand des Rachens vorliegt. Treten jedoch Veränderungen in den Schleimhäuten ein, haben diese ihre normale Beschaffenheit nicht mehr, so gelangen die Streptokokken zur Wucherung und erzeugen die bekannten Rachenkatarrhe. Ihr zerstörendes Werk vollbringen sie in erster Linie dann, wenn durch andere Krankheitsprozesse, wie Diphtherie, Scharlach und andere, die Widerstandskraft der Gewebe im allgemeinen geschädigt ist.

Ihr Vorkommen bei Lungenentzündungen, die von einem besonderen Kokkus, dem Diplococcus pneumoniae, hervorgerufen werden, ist deshalb leicht erklärlich, ebenso ihr Vorkommen bei gewissen Krankheiten des Darmkanals.

Als verheerende Gesellen zeigen sie sich da, wo sie durch Unvorsichtigkeit, durch Unreinlichkeit leider so häufig ihr Zerstörungswerk verrichten können, bei Wöchnerinnen. Kleine Verletzungen bieten diesen Lebewesen die Eingangspforte, und bald zeigt sich ihr Tun an der eintretenden Temperatursteigerung des Patienten, am Kindbettfieber.

Durch die Erkennung der Ursache haben wir aber auch ein Mittel an der Hand, um diesen schweren Krankheitserscheinungen entgegenzutreten, wir müssen zu verhindern suchen, daß die Krankheitskeime (der „Virus") von außen zutreten. Dies wird ermöglicht durch die sorgfältigste Beobachtung von Reinlichkeit während des Geburtsaktes, durch Benützung von sterilen (bakterienfreien) Instrumenten und Verbandmaterial.

In der Tat finden wir die Sterblichkeit am Kindbettfieber durch das Eindringen dieser allgemein-hygienischen Grundsätze neuerdings viel geringer als früher.

Daß bei der Bekämpfung der Streptokokkeninfektionen Licht und Luft, die großen natürlichen Sterilisatoren, so wichtig sind, muß besonders hervorgehoben werden.

11. Der Erreger der Influenza (Grippe).

Der Influenzabazillus wurde im Jahre 1892 von Pfeiffer und Beck in dem Auswurf von Influenzakranken als ständig vorkommendes Bakterium entdeckt. Es sind sehr kleine Lebewesen, die manchmal zu Scheinfäden sich auswachsen und mit Anilinfarben sich leicht färben lassen.

Die Züchtung ist keineswegs einfach, da der Influenzabazillus weder auf Gelatine noch auf Agar gut gedeiht. Verreibt man

auf Agar Influenzasputum, so beobachtet man zuweilen wohl winzige Kolonien, sucht man diese jedoch auf Agar zu übertragen, so tritt kein Wachstum mehr ein. Anders ist es, wenn der Agar mit etwas keimfreiem Blut versetzt wird.

Man suchte nach dem wachstumbefördernden Bestandteil im Blut und konnte feststellen, daß er in den roten Blutkörperchen enthalten sein muß, da das Blutserum, das heißt das von diesen Körperchen befreite Blut, allein das Gedeihen der Influenzabazillen auf Agar nicht ermöglicht.

Die roten Blutkörperchen bestehen aus einer eiweißartigen Gerüstsubstanz (Stroma) und Hämoglobin. Wird letzteres aus den roten Blutkörperchen gewonnen, so kann man durch seinen Zusatz zu Agar die Influenzabazillen mit Leichtigkeit zum Wachstum bringen.

Die Lebensfähigkeit der Influenzabazillen in Kulturen ist keine große. Sie gehen nach 14 bis 18 Tagen in ihnen zugrunde. Gegen Trocknung bei Temperaturen von 37 Grad sind sie sehr empfindlich. Durch Erhitzen auf 60 Grad werden sie binnen wenigen Minuten abgetötet. Die meisten Tiere lassen sich nicht von dem Influenzabazillus anstecken, nur Affen und Kaninchen wiesen bei der Impfung Krankheitserscheinungen auf.

12. Der Erreger der grünen Eiterung.

Aus grünem Eiter konnte ein Bazillus von Gessard gezüchtet werden, der vom Entdecker als Bacillus pyocyaneus bezeichnet wurde. Dieses Kleinlebewesen ist deshalb besonders interessant, weil seine Stoffwechselprodukte eingehend wegen ihrer Eigenschaften untersucht wurden.

Er selber ist ein 2 bis 6 μ langes, 0,6 μ breites Stäbchen, das einen intensiven Farbstoff auf Gelatine und Agar, auch in Bouillon, das Pyocyanin zu bilden vermag. Läßt man das Wachstum in letzterer längere Zeit voranschreiten, so setzen sich die Bakterienmassen auf den Boden des Gläschens, lösen sich aber allmählich von selber wieder auf, und zwar durch einen Stoff, den die Bakterien selbst ausscheiden. Dieser bakterienlösende Vorgang, der nicht vereinzelt im Reiche der kleinsten Lebewesen dasteht, wird als Autolyse, als Selbstlösung bezeichnet und ist verursacht durch ein bakteriolytisches Ferment.

Der Bazillus kommt häufig in der Natur vor, in Wasser, Jauche und anderem. Chemischen Stoffen gegenüber erwies er sich als ziemlich widerstandsfähig.

Außer dem Pyocyanin, einem dem Anthrazen verwandten Farbstoff, bildet der Bazillus noch einen anderen Farbstoff (Pigment), der im Gegensatz zum Pyocyanin in Chloroform unlöslich ist und grünlich schimmert.

Von anderen Stoffen, die er ausscheidet, sei der eiweißverdauende Stoff (fibrin- und leimverdauendes Ferment) und besonders die Pyocyanase genannt, die als Heilmittel bei einer Reihe von ansteckenden Krankheiten Verwendung findet.

Man stellt die Pyocyanase so her, daß man mehrere Wochen alte Bouillonkulturen von Bacillus pyocyaneus durch Kieselgurfilter filtriert, so daß man eine bakterienfreie Flüssigkeit bekommt, die jedoch die Stoffwechselprodukte der Bakterien enthält. Diese Flüssigkeit wird im luftleeren Raum (Vakuum) bei 20 bis 36 Grad auf den zehnten Teil des Rauminhalts eingedampft, sodann durch Pergamentfiltration gereinigt und mit Alkohol versetzt. Die dabei unlöslich werdende Substanz (der „Niederschlag") ist die Pyocyanase, ein eiweißlösender Stoff eiweißartiger Beschaffenheit (Enzym, Ferment), der eine Reihe von Bazillen, wie Milzbrand-, Typhus-, Diphtheriebakterien, auflösen kann.

Da diese lösende Wirkung auch im Organismus auftritt, so kann man zum Beispiel Kaninchen, die milzbrandkrank sind, mit Pyocyanase heilen, da letztere die im Körper des Kaninchens enthaltenen Milzbranderreger auflöst und dadurch unwirksam macht.

Um die Pyocyanase noch wirksamer als Heilmittel zu machen, muß man dafür Sorge tragen, daß sie möglichst lange im Blute unzersetzt bleibt. Dies erreicht man, wie Emmerich und Loew nachwiesen, dadurch, daß man die Pyocyanase mit dem Serumeiweiß chemisch bindet. Bringt man nämlich Pyocyanase und Serum zusammen, so entsteht ein neuer chemischer Stoff, das Pyocyanase-Immunproteidin, welches nicht nur heilende Wirkungen entfaltet, sondern auch bei Einverleibung in den gesunden Organismus diesen gegen Milzbrand, Typhus und Diphtherie wenigstens für einige Wochen schützt.

Das Immunitätsproblem.

Wie wir gesehen haben, sind die Krankheitserreger nicht für alle Tiere gleich gefährlich. Was der einen Tierklasse der lebensgefährlichste Feind, ist der anderen ein harmloser unsichtbarer Wanderer, der ihr nicht das geringste anhat.

Die Eigenschaft, gegen gewisse Krankheitserreger unempfänglich zu sein, bezeichnen wir als Resistenz oder natürliche Immunität. Die Unterschiede in der Empfänglichkeit können sich sogar innerhalb einer Rasse ausdrücken. Die Yorkshireschweine sind zum Beispiel widerstandsfähiger gegen Rotlauf als die anderen Schweinerassen.

Dasselbe Verhältnis finden wir unter den Menschenrassen angedeutet, obwohl in vielen Fällen, wo man eine scheinbare Resistenz vermutet, diese auf die Einhaltung irgendwelcher äußerer Maßnahmen (Reinlichkeit, Ernährung und andere) zurückgeführt werden kann. Die Annahme, daß die Neger eine natürliche Immunität gegen Malaria besitzen, ist falsch, da unter der jugendlichen Negerbevölkerung viele an Malaria erkranken und sterben. Den Schutz, den die älteren Neger demnach besitzen, ist darauf zurückzuführen, daß ihr Blut durch Überstehen der Krankheit sich mit Gegengiften bereichert hat. Es handelt sich demnach um einen erworbenen Schutz, um eine erworbene Immunität.

Die Empfänglichkeit der Menschen einer Rasse kann gegenüber ein und derselben Krankheit verschieden groß sein, die einen werden leicht angegriffen, sie sind „disponiert" für die Krankheit, die anderen sind weniger empfänglich, sie zeigen keine Disposition. Von was dieser Unterschied abhängt, ist noch nicht aufgeklärt.

Blut ist ein sonderbarer Saft. In ihm und in den anderen Körpersäften haben wir vornehmlich die natürliche Schutzwehr des Organismus gegen seine an Größe so geringen, an Kräften so starken Feinde zu sehen. Wissenschaftlich drückt man sich so aus, daß man von einer bakterientötenden Wirkung, einer Baktericidie der Körpersäfte spricht, und man nimmt in ihnen Stoffe an, welche diesen Einfluß ausüben. Man nennt diese bakterientötenden Stoffe Alexine.

Man kann diese Alexinwirkung folgendermaßen zur Beobachtung bringen: Man erwärmt in einem Glasröhrchen Gelatine und versetzt sie dann, sobald sie flüssig geworden ist, mit Typhusbakterien, wobei die Gelatine, um diese Bakterien gleichmäßig zu verteilen, umgeschüttelt wird. Man läßt die Gelatine starr werden und gießt auf die Oberfläche der festen Gelatine 5 Kubikzentimeter des Blutes oder Serums, dessen Wirkung man untersuchen will. Bewahrt man das Ganze bei Zimmertemperatur auf, so werden die Typhusbazillen in der Gelatine zum Wachstum gelangen, jedoch wird sich auf und in der Nähe der Gelatineoberfläche eine bakterienfreie Zone zeigen, die Schicht, in welche die bakterientötenden Stoffe, die Alexine des Blutes oder Serums, in die Gelatine eingedrungen sind.

Sechsstündiges Erwärmen des Serums auf 50 bis 51 Grad zerstört die Alexine, ebenso Belichtung.

Bemerkenswert ist, daß, wenn man zum Beispiel Hundeblutserum und Kaninchenblutserum zusammenbringt, das Gemisch keine bakterientötenden Stoffe mehr enthält, daß die Alexine sich demnach gegenseitig aufgehoben haben. Verdünnung mit Wasser schwächt die Alexine ab. Trockene Alexine sind weniger empfindlich.

Wir wollen bei dieser Gelegenheit nicht versäumen, auf eine andere merkwürdige Eigenschaft des Blutes hinzuweisen. Bringt man Hundeblutserum zu Kaninchenblut, in dem sich also noch die roten Blutkörperchen befinden, so löst das Serum des Hundebluts die roten Blutkörperchen des Kaninchenbluts auf. Den Vorgang bezeichnet man als Hämolyse oder Globulicidie.

Auch diese Eigenschaft geht durch dieselben vorher genannten Eingriffe verloren.

Woher stammen die bakterienlösenden Stoffe, die Alexine?

Neben den roten Blutkörperchen haben wir auch die weißen, die Leukozyten, schon kennen gelernt. Von ihnen wissen wir, daß sie Bakterien fressen können. Sie müssen also auch solche bakterienlösenden Stoffe im Innern tragen. Sind die Alexine vielleicht Ausscheidungsstoffe dieser weißen Blutkörperchen?

Es hat sich in der Tat erwiesen, daß sie die Hauptquelle der Alexine darstellen, daß sie aber vermutlich nicht der ausschließliche Entstehungsort dieser Stoffe sind.

Die natürliche Widerstandsfähigkeit gegen Krankheiten kann sehr vermindert werden durch gewisse Lebensverhältnisse der einzelnen Menschen, wobei die Ernährung als sehr wichtig zu gelten hat. Merkwürdig ist die Beobachtung, daß das Serum

von Kindern, die mit Muttermilch ernährt wurden, stärker bakterientötend wirkt als das Blutserum von Kindern, welche mit Kuhmilch aufgezogen wurden. Wichtig ist auch, daß Muskelermüdung die Ansteckung begünstigt, ebenso Erkältungen.

Gesteigert wird die Resistenz durch Verbesserung der menschlichen Lebensbedingungen.

Künstlich kann eine Vermehrung der weißen Blutkörperchen, der Bakterienfresser (Leukozyten), durch kalte Bäder eintreten, worauf vermutlich die günstige Wirkung der Kaltwasserbäder bei Infektionskrankheiten zurückzuführen ist.

Bakterien können unter Bakterien Feinde haben, das heißt eine Art kann die andere manchmal abtöten. Diese Tatsache suchte man auch zur künstlichen Steigerung der Widerstandsfähigkeit zu benützen, indem man dem von einem Krankheitskörper befallenen Organismus andere Bakterien einverleibte.

Die Erfolge, die man teilweise damit erzielte, sind jedoch in der Hauptsache sicher darauf zurückzuführen, daß durch die Beschickung des kranken Körpers mit anderen Bakterien die Bildung von weißen Blutkörperchen im Organismus gesteigert wird.

Daß es sich nicht um eine gegenseitige Bekämpfung im Organismus handelt, geht auch daraus hervor, daß man die gleichen Erfolge mit der Einverleibung abgetöteter Bakterien erzielte. Die Wirkung ist, wie sich weiter ergab, an die Bestandteile der Bakterienzelle gebunden, denn diese, dem Organismus eingefügt, ziehen die weißen Blutkörperchen an die Stelle, an der die Bakteriensubstanzen eingespritzt wurden.

Außer den Bakterienstoffen kann man eine Leukozytenvermehrung durch eine Reihe pflanzlicher und tierischer Stoffe erzielen, namentlich wenn sie Eiweißstoffcharakter haben.

Eine andere Heilmethode, die wir nicht unerwähnt lassen wollen, beruht auf der Stauung des Blutes, das heißt auf einer Vermehrung der Blutzufuhr an den Stellen, welche erkrankt sind. Dieses Verfahren gründet sich eben auf die Tatsache, daß das Blut bakterientötende Eigenschaften besitzt, und daß durch vermehrte Blutzufuhr an die kranken Stellen eine erhöhte Abtötung der Bakterien eintritt.

Unter aktiver Immunität versteht man den Schutz des Organismus gegen Krankheiten, der dadurch erworben ist, daß die Krankheit überstanden wurde und dabei sich Schutzstoffe gegen

die Erreger dieser Krankheit im Organismus bildeten. Letzterer erzeugt also in diesen Fällen die Schutzstoffe selber.

Bei der passiven Immunität fügen wir dem gesunden Organismus die in einem anderen Individuum gebildeten Schutzstoffe künstlich zu, so daß keine eigentliche Arbeitsleistung des Organismus außer der Aufnahme dieser Schutzstoffe vorliegt.

Wie erklärt man sich die Wirkung der Schutzstoffe, der Gegengifte?

Ehrlich, dem wir eine große Anzahl wichtiger Entdeckungen auf dem Gebiet der Bakteriologie verdanken, hat eine Theorie darüber aufgestellt, das heißt er hat versucht, sich die Wirkungsweise durch ein kunstvolles Gedankengebäude zu erklären. Die Ehrlichsche Theorie über die Wirkung und Entstehung der Gegengifte wurde von ihm als Seitenkettentheorie bezeichnet.

In ihren Grundzügen soll sie im nachfolgenden dargelegt werden.

Es zeigte sich, daß Bakteriengifte und Bakteriengegengifte, zum Beispiel Diphtherietoxin und Diphtherieantitoxin, in ganz bestimmten Mengen sich gegenseitig aufheben. Eine bestimmte Menge Diphtherietoxin erfordert immer eine bestimmte Menge Diphtherieantitoxin zur Abstumpfung, zur Aufhebung, so wie eine bestimmte Menge Salzsäure zur Neutralisation, das heißt zur Aufhebung, eine bestimmte Menge Lauge erfordert.

In der Chemie stellt man sich den Aufbau irgend einer Substanz in Form von kleinster aneinandergelagerter Teilchen vor, die als Atome bezeichnet werden. Je einfacher zusammengesetzt ein Stoff ist, desto weniger verschieden sind die Atome. Salzsäure zum Beispiel hat Atome, die aus Wasserstoff und Chlor bestehen, Schwefelsäure Atome aus Wasserstoff, Schwefel und Sauerstoff, Essigsäure hat Atome aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff. Je mehr Atome sich untereinander zu Verbänden zusammengeschlossen haben, desto verwickelter zusammengesetzt ist ein solcher Stoff. Wir finden, daß die Art der Gruppierung der Atome, die Art ihres Zusammenschlusses zu kleinen Gruppen in weitestgehendem Maße die Eigenschaften des betreffenden Stoffes beeinflußt. So wissen wir zum Beispiel, daß die Eigenschaft aller Anilinfarben als gefärbte Stoffe zusammenhängt mit der Art, wie sich die Atome in ihnen zusammengeschlossen haben. Verschieben wir diesen Zusammenschluß, indem wir auf die Anilinfarben andere Stoffe einwirken lassen, so verlieren sie auch die Eigenschaft, gefärbt zu sein.

Solche Atomgruppen haben wir auch in den Bakteriengiften und Bakteriengegengiften anzunehmen, Gruppen, die gewissermaßen aufeinander eingestellt sind, insofern beide aufeinanderpassen wie Schlüssel zum Schloß, und gelangen sie zusammen, sich zu etwas Ungiftigem, einem neuen Stoffe verbinden. Ehrlich hat diese Gruppen haptophore Gruppen genannt.

Das Protoplasma der Körperzellen besitzt aber ebenfalls solche auf das Toxin eingestellte Atomgruppen. Gelangt Bakteriengift in den Körper, so tritt seine zerstörende Wirkung dann ein, wenn sich die betreffenden Atomgruppen des Bakteriengiftes an die entsprechenden Atomgruppen des Körperprotoplasmas verankert haben. Diese Gruppen im Protoplasma hat man als „Aufnehmer" oder „Rezeptoren" bezeichnet.

Man hat bei den ansteckenden Krankheiten die Wahrnehmung gemacht, daß zwischen Ansteckung und Ausbruch der Krankheit ein gewisser Zeitraum liegt, der bei den Krankheiten verschieden ist. Dieses „Inkubationsstadium", wie man den Zeitraum nennt, ist so zu erklären, daß die Verankerung der Haftgruppe des Bakteriengiftes an die Haftgruppe des Körperprotoplasmas eine gewisse Zeit erfordert.

Dadurch, daß nun Atomgruppen im Protoplasma von den Giften in Anspruch genommen werden, entsteht ein Manko, ein Verlust im Körper, der von letzterem dadurch auszugleichen gesucht wird, daß er neue Gruppen, neue Rezeptoren bildet.

Die Natur geizt nicht, sie bildet in diesen Fällen in der Regel mehr, als sie verloren hat, und so finden wir auch im Körper, nachdem die Bakteriengifte ihre Wirksamkeit entfaltet haben, mehr Rezeptoren, als nötig waren zum Ersatz. Die übrigen Rezeptoren werden abgestoßen, sie finden sich frei im Blute und sind in diesem freien Zustand nichts anderes als die Gegengifte, die Antitoxine. Denn bildet sich von neuem Bakteriengift im Organismus, so werden die Atomgruppen der Toxine sogleich nach ihrer Entstehung von den freien Rezeptoren gebunden, und die Toxine haben gar keine Gelegenheit, mit ihren Giftigkeitsgruppen das Protoplasma zu zerstören.

Durch Übertragung solcher Blutflüssigkeit, in der sich freie Rezeptoren befinden, erzeugen wir die passive Immunität, denn dann befinden sich auch in dem noch nicht erkrankten Organismus bereits die giftverankernden Schutztruppen, die Gegengifte.

Wir sehen durch diese Ausführungen, daß die Vorstellung der Wirkungsweise von Schutzserum durch Ehrlichs Bemühungen eine sehr klare geworden ist, und damit ist auch der Trieb befriedigt, die Erfolge der Schutzimpfung, die wir erfahrungsgemäß feststellen, nur dann voll gelten zu lassen, wenn es uns gelungen ist, einen Einblick in den Mechanismus des Ganzen zu erhalten.

Desinfektion.

Unter Desinfektion versteht man die Abtötung von Krankheitserregern. Sie beruht teils auf der Einwirkung von Energieformen (Wärme, Licht), ist physikalischer Natur, teils auf der Einwirkung von Stoffen, ist chemischer Natur.

Bei der Beurteilung eines Stoffes als Desinfektionsmittel hat man vor allem darauf sein Augenmerk zu richten, ob der Stoff tatsächlich die Bakterien abtötet oder ob er sie nur in ihrer Entwicklung hemmt. Ist letzteres der Fall, so vermögen die Bakterien nach Beseitigung des Stoffes wieder aufzuleben, während dies bei der eigentlichen Desinfektion nicht der Fall ist.

Die Untersuchung der keimtötenden Wirkung von Stoffen wird in der Praxis so ausgeführt, daß man an Seidenfäden oder an Filtrierpapierstreifen oder an Glaskügelchen Bakterien, besonders Milzbrandbazillen antrocknet und auf diese die zu untersuchenden Stoffe einwirken läßt. Nach Entfernung des Desinfektionsmittels untersucht man die an dem Material noch haftenden Bakterien auf ihre Lebensfähigkeit, indem man sie unter günstige Ernährungsbedingungen verbringt.

Von physikalischen Abtötungsverfahren spielt das Licht die Hauptrolle, wobei die Schnelligkeit der Einwirkung von der Stärke des Lichtes abhängig ist. Direktes Sonnenlicht bewirkt nach wenigen Stunden die Abtötung der meisten Bakterien, elektrisches Bogenlicht hat keine so intensive Wirkung, dagegen ist das Licht der Quecksilberdampflampen wegen ihres Reichtums an ultravioletten Strahlen sehr stark bakterientötend.

Röntgenstrahlen üben fast keine Wirkung auf Bakterien aus, und die Radiumstrahlen hemmen nur in allernächster Nähe Bakterien in ihrer Entwicklung. Steigerung des Druckes (die

Versuche wurden bis zu 3000 Atmosphären ausgeführt) hat fast regelmäßig keinen Einfluß.

Nächst dem Lichte, in seiner praktischen Verwendung jedoch über diesem, steht die Desinfektion durch Wärme, deren Wirksamkeit dadurch erklärbar ist, daß das Eiweiß, das Protoplasma im Bakterienleib bei hohen Temperaturen gerinnt. Der Unterschied von trockener und feuchter Hitze ist ein durchgreifender, wie wir bereits auf Seite 24 gesehen haben.

Von chemischen Desinfektionsmitteln beherrscht die bakteriologischen Laboratorien und auch die Heilstätten das Sublimat, eine Verbindung von Quecksilber und Chlor. Sublimat tötet Milzbrandsporen in 1,69prozentiger Lösung innerhalb 12 bis 14 Minuten. Bei der Anwendung des Sublimats ist darauf Rücksicht zu nehmen, daß es in eiweißhaltigen Flüssigkeiten seine Wirksamkeit durch die Bildung eines ungiftigen Körpers verliert.

Befindet sich demnach der abzutötende Krankheitserreger in einer solchen Flüssigkeit, so hat an Stelle des Sublimats ein anderes Desinfektionsmittel zu treten.

Die Laugen und die Säuren desinfizieren stark, während die kohlensauren Salze, wie Soda, bei gewöhnlicher Temperatur nicht besonders wirksam sind, erst wenn ihre Temperatur erhöht wird, steigert sich die Wirksamkeit. Ein wichtiges, unter die Klasse der Laugen gehörendes Desinfektionsmittel ist der Ätzkalk, aus Kalzium, Sauerstoff und Wasserstoff bestehend.

Sauerstoffabgebende Substanzen sind ebenfalls im Gebrauch. Zu ihnen gehört das sehr wirksame übermangansaure Kalium (Kaliumpermanganat), sowie das Wasserstoffsuperoxyd und das Ozon, dessen Anwendung wir Seite 81 beschrieben finden.

Das stärkste Desinfektionsmittel, das wir bis jetzt kennen, ist das Chlor, das in einer 0,2prozentigen Lösung bereits Milzbrandsporen innerhalb weniger Sekunden abtötet. Der Gebrauch von Chlorkalk, aus dem das Chlor durch Behandeln mit Säure frei wird, ist deshalb bei Desinfektionen ein umfassender, er wird jedoch leider durch den unangenehmen Geruch des Chlors etwas beeinträchtigt.

Gewöhnlicher Alkohol (Äthylalkohol) desinfiziert je nach seinem Wassergehalt. Wasserfreier Alkohol, sogenannter absoluter Alkohol, ist fast wirkungslos, während 50 bis 70prozentiger Alkohol zum Desinfizieren Verwendung finden kann.

Zu Zimmerdesinfektionen wird neuerdings fast ausschließlich Formaldehydgas benützt. Formaldehyd kommt in 40prozentiger wässeriger Lösung unter dem Namen Formalin in den Handel und kann aus dieser stechend riechenden Flüssigkeit durch Erwärmen frei gemacht werden. Es entweichen Dämpfe, welche die Bakterien abtöten.

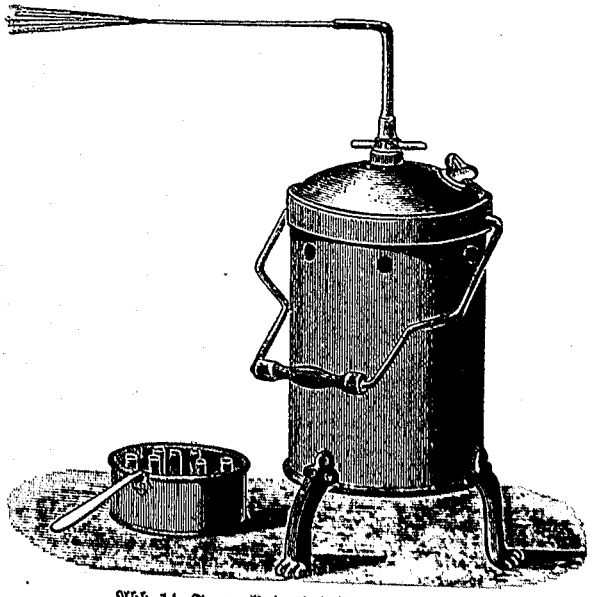


Abb. 14. Formalindesinfektionsapparat.

Zur Aufhebung des Gases nach der Einwirkung benützt man Ammoniak, da letzteres mit dem Formaldehyd eine geruchlose Verbindung, das Hexamethylentetramin eingeht.

Zur Verdampfung des Formalins benützt man kleine, von unten heizbare Bassins, die im Deckel eine kleine Öffnung zum Ausströmen des Gases haben (Abb. 14). Abdichten des Zimmers mit Watteſtreifen, die mit Sublimat zu tränken sind, ist notwendig.

Im Autan haben wir ein Mittel vor uns, aus dem durch einfaches Übergießen mit Wasser das desinfizierende Gas unter

Selbsterwärmung des Gemisches entweicht. Die weißliche Substanz ist ein Gemisch von sogenanntem polymerisiertem Formaldehyd mit Metallperoxyden.

Jodoform zeigt nur geringe desinfizierende Eigenschaften. Seine Wirksamkeit als Wundstreupulver ist darin zu suchen, daß das Jodoform durch die Fäulnisprozesse in freies, stark desinfizierendes Jod gespalten wird.

Neben dem Sublimat hat sich die Karbolsäure (Phenol) einen anerkannten Platz unter den Desinfektionsmitteln erworben. Es besteht aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, hat einen unangenehmen Geruch, desinfiziert jedoch in 3 bis 5prozentiger Lösung sehr gut, ist sogar in dieser Konzentration wirksamer als die übliche einpromillige Sublimatlösung.

Dem Phenol verwandt sind die Kresole, die auch desinfizierende Eigenschaften besitzen.

* * *

Wir sehen aus dieser kurzen Aufzählung, daß uns gute Waffen in der Bekämpfung der Krankheitserreger zur Verfügung stehen. Eine besonders wichtige Frage ist die nach inneren Desinfektionsmitteln, nach Stoffen, welche, dem kranken Organismus einverleibt, die Bakterien abtöten können, ohne dabei den Organen zu schaden.

Wir sind auf dem besten Wege, auch dieses Ziel zu erreichen, denn Ehrlichs neuester Triumph, das Salvarsan, das Heilmittel gegen Syphilis, wurde durch eine Betrachtung möglich, deren weitere Ausgestaltung uns noch manches Wertvolle bescheren dürfte. Ist es doch kein Zufall, der dieses Mittel in die Hände von Hata und Ehrlich spielte, sondern die Frucht zielbewußten chemischen Denkens.

Farbstoff- und Leuchtbakterien.

Außer dem Seite 56 besprochenen, nicht ganz unschuldigen Bacillus pyocyaneus kennen wir eine Reihe von Bakterien, welche Farbstoffe (Pigmente) erzeugen.

Dem Grüneiterer verwandt ist das Bacterium fluorescens, ein im Wasser häufiges Stäbchen, das lebhaft beweglich ist und in der Gelatine, die es verflüssigt, einen grünlichgelben

Farbstoff bildet. Je nach der Richtung, in der man die Kultur betrachtet, erscheint sie grünlich oder gelblich, was man als Fluoreszenz bezeichnet.

Den Farbstoff kann man aus der Kultur herstellen. Es ist eine gelbliche Masse (Bakteriofluoreszein), die in Wasser sich löst und in dieser Lösung durch Zusatz irgend einer Lauge prächtige Fluoreszenz aufweist.

Der Blaubildner der Milch (Bacillus syncyaneus) ist ein bewegliches Stäbchen, das, wenn die Milch einen genügenden Säuregrad erreicht hat, seinen Farbstoff in der Milch produzieren kann. Da die Säuerung der Milch auch durch Bakterien (Milchsäurebakterien) erzeugt wird, so kann man von einer Abhängigkeit des Blaubildners von den Milchsäurebakterien sprechen, von einem Zusammenleben (Symbiose).

Das Syncyanin, welches der Blaubildner zu bauen vermag, kann ebenfalls aus den Kulturen gewonnen werden.

Vom Wunderbazillus haben wir bereits gehört. Er ist ein ganz kurzes, fast kokkenähnliches Stäbchen von etwa 1 μ Länge, das die Gelatine verflüssigt. Sein Farbstoff, das Prodigiosin kann leicht aus ihm durch Behandeln mit Alkohol gewonnen werden, da es sich in dieser Flüssigkeit löst.

Gelb wachsende Arten sind in der Regel Sarzinen, also warenballenförmig zusammengetretene Kokken. Als Hauptvertreter gilt die Sarcina lutea, die Gelbsarzine, die fast überall in Wasser, in Luft zu finden ist und nicht selten als Verunreinigung der bakteriologischen Nährböden auftritt.

Ihr Farbstoff gehört zu den Fettfarbstoffen (Lipochrome), so genannt, weil sie an Fette gebunden sind.

Eine andere sehr interessante Gruppe von Bakterien sind die Leuchtbakterien, deren Beobachtung uns unschwer gelingt.

Wir schneiden Kalbfleisch oder Rindfleisch in kleine Stücke von der Größe einer Kinderfaust und legen die Stückchen in kleine Glasschalen oder Vogelnäpfchen. Hernach lösen wir 3 Gramm Kochsalz in 100 Kubikzentimeter Wasser und übergießen die Fleischstückchen so, daß etwa die Hälfte des Fleisches in der Kochsalzlösung steht, die andere Hälfte jedoch nicht bedeckt ist. Läßt man die Fleischstückchen in einer dunklen Ecke bei einer Temperatur von etwa 12 bis 15 Grad stehen, so werden wir bei vorsichtiger Untersuchung schon nach 24 Stunden

vielleicht die Tätigkeit der Leuchtbakterien mit bloßen Augen erkennen. Wir werden, wenn wir bei Nacht unsere Blicke auf die Fleischstückchen heften, schwach leuchtende Pünktchen wahrnehmen. An jedem Pünktchen sitzen Tausende kleiner Stäbchen.

Andere Leuchtbakterien können wir an Seefischen beobachten, wenn wir sie mit 2 bis 3prozentiger Kochsalzlösung übergießen und bei niederer Temperatur aufbewahren. Dabei können wir auch ein Leuchten der Salzlösung sehen, das davon herrührt, daß Nährstoffe aus dem Fischfleisch heraustraten, auf denen sich die Leuchtbakterien ansiedelten.

Prächtige Effekte mit den Leuchtbakterien erzielt man, wenn man sie in Reinkultur züchtet, wozu am geeignetsten Salzgelatine, Gelatine mit einem Salzzusatz, verwendet wird. Schwenkt man eine solche durch Erwärmen gelöste, mit Leuchtbakterien in geringer Menge versetzte Gelatine in einem Kolben längs der Wand, so haftet sich die Gelatine in dünner Schicht daran und wird starr. Nach 2 bis 3 Tagen wird der ganze Kolben im Dunkeln in hellem Lichte erstrahlen, Licht von Bakterien. Man hat eine Bakterienlampe.

Daß das Leuchten von dem Vorhandensein von Sauerstoff abhängig ist, geht daraus hervor, daß in Bouillon die Leuchtbakterien nur schwach leuchten, daß aber, sobald die Bouillon geschüttelt wird, das heißt die Flüssigkeitsteilchen und die darin schwebenden Bakterien mit dem Luftsauerstoff in Berührung kommen, ein Aufleuchten wahrzunehmen ist.

Dazu dient auch ein Versuch von Beijerinck und Molisch. In den grünen Blättern sind winzig kleine Körnchen, an welche der grüne Pflanzenfarbstoff, das Chlorophyll, gebunden ist, die Chlorophyllkörner. Dieser Farbstoff ist für die Pflanze deshalb von allergrößtem Werte, weil durch ihn bei der Belichtung mit Sonnenlicht Kohlensäure in Kohlenstoff und Sauerstoff gespalten wird (Assimilation). Bringen wir zerstampfte und mit Wasser behandelte Blätter nach dem Filtrieren in geringer Menge in Form eines solchen zahlreiche Chlorophyllkörner enthaltenden Auszugs in unsere Bouillon mit den Leuchtbakterien, so wird das Leuchten im Dunkel verschwinden. Lassen wir aber auf die Kultur nur eine Minute lang das Sonnenlicht fallen, so werden wir wiederum im Dunkel ein Leuchten wahrnehmen, herrührend von dem nunmehr gebildeten Sauerstoff.

Ein anderer Versuch, den der Erforscher dieser Bakteriengruppe, Molisch, machte, gehört zu den Erscheinungen des Heliotropismus. Darunter ist die Erscheinung zu verstehen, daß sich Pflanzen dem Lichte zuwenden.

Sind auf einer Petrischale Leuchtbakterienkolonien und stellt man eine solche Platte senkrecht vor Wickenkeimlingen auf und bewahrt das Ganze im Dunkel, so kann man feststellen, daß sich die Wickenkeimlinge dem Bakterienlichte zuwenden.

In was besteht nun eigentlich der Leuchtprozeß dieser kleinen Lebewesen? Besteht er in der Absonderung einer leuchtenden Substanz, in der Absonderung eines Stoffwechselproduktes, das von Bedeutung für den kleinen Organismus ist oder nicht? Oder können wir nicht von einem Bakterienleuchtstoff, von einem Photogen sprechen; ist der Leuchtprozeß ein rein energetischer, ist das Leuchten eine physiologische Funktion der Bakterienzelle?

Beide Ansichten haben Vertreter für sich.

Beijerinck steht auf dem Standpunkt, daß das Leuchten eine Lebensfunktion, ein Lebenssymptom ist, ohne daß eine stoffliche Grundlage vorhanden ist. Molisch dagegen steht auf dem Standpunkt, daß im Innern der Bakterienzellen eine Substanz gebildet wird, das Photogen, das mit dem Aufhören des Zelllebens ebenfalls zerstört wird.

Ein Übergang dieses Photogens in die Nährlösung konnte bis jetzt noch nicht beobachtet werden. Filtriert man leuchtende Bakterienkulturen in flüssigen Nährböden durch Bakterienfilter, in denen Bakterien zurückgehalten werden (Berkefeldfilter), die jedoch für die Bakterienstoffwechselprodukte durchlässig sind, so sollte man annehmen, daß sich, würde das Photogen, die Leuchtsubstanz, nach außen abgesondert, der Leuchtstoff in dem Filtrat dieser Kulturen nachweisen ließe, das heißt diese Filtrate sollten leuchten. Dies ist nicht der Fall. Das Photogen bleibt innerhalb der Zelle.

Stickstoffbakterien des Bodens.

Die Lebenskraft, die in den kleinen Bakterien steckt, ist groß und ihre Fähigkeiten sind mannigfache. Hört man von Bakterien, so denkt man zwar in der Regel an Krankheiten. Daß

durch Bakterien der Weg zu Friedhöfen gezeichnet ist, ist richtig.

Doch die Rolle als Krankheitserreger und der Schaden, den sie dadurch anrichten, ist gering gegenüber der universellen Bedeutung, die ihnen im übrigen zuzusprechen ist. Dort sind sie Parasiten, hier sind sie Helfer, Schöpfer von neuen Kräften, die Scholle furchend zu neuem Leben.

Wir wollen dies kennen lernen an einigen Beispielen.

Stickstoff ist ein Grundbestandteil der Eiweißstoffe, derjenigen Klasse von Körpern, die in jedem Organismus, Tier oder Pflanze, enthalten sind. Jede Zelle besitzt ja Protoplasma, und dieses Protoplasma besteht in der Hauptsache aus eiweißartigen Stoffen, enthält also Stickstoff.

Damit ist die Wichtigkeit dieses Grundbestandteils (Elementes) gekennzeichnet.

Die Pflanzen vermögen den Stickstoff aus dem Boden zu entnehmen, wenn er in einer entsprechenden Form, als Salpeter in diesem enthalten ist.

Es zeigte sich die merkwürdige Erscheinung, daß die Hülsenfrüchte (Leguminosen) auch auf Boden gedeihen, der wenig Stickstoff enthält. Untersuchungen ergaben, daß diese Pflanzen die Fähigkeit besitzen, den freien Stickstoff der Luft zu verarbeiten, welche ein mechanisches Gemenge von 23,2 Gewichtsprozent Sauerstoff, 75,5 Prozent Stickstoff und 1,3 Prozent Argon mit Beimengungen von Kohlensäure und anderen Gasen darstellt.

Die Bedeutung der Leguminosen als Gründünger zur Bereicherung des Ackerbodens an Stickstoff ist bekannt.

Die Fähigkeit, den Stickstoff der Luft aufzunehmen, kommt, wie eingehende Untersuchungen gelehrt haben, den Leguminosen selber nicht zu, sondern einer Bakteriengruppe, welche an den Wurzeln dieser Pflanzen lebt, an ihnen Knöllchen bildet und deshalb den Namen Knöllchenbakterien führt. Untersucht man so ein weißlich oder rosa gefärbtes Knöllchen unter dem Mikroskop, so findet man Massen von Bakterien, die aber in den älteren Knöllchen Mißformen (Involutionsformen) annehmen.

Zur Herstellung von Reinkulturen der Knöllchenbakterien benutzt man einen Nährboden, der aus einer Abkochung von

Leguminosenkraut mit Zusatz von ½ Prozent Asparagin und 2 Prozent Zucker besteht. Sauerstoff benötigen diese Bakterien, denen als wissenschaftliche Bezeichnung der Name Bacillus radicicola gegeben wurde.

Man hat das Zusammenleben von Knöllchenbakterien und Leguminosen als Symbiose aufgefaßt unter der Annahme, daß beide Vorteile voneinander haben. Ist es aber nicht ein Parasitismus?

Letzteres scheint deshalb der Fall zu sein, weil die Knöllchenbakterien an verletzten Wurzelteilchen oder Haaren der Leguminosen zur Wucherung gelangen, angezogen von Säften, die aus diesen Pflanzenwunden in den Boden gelangten. Auch ist es möglich, daß die Knöllchenbakterien selber den Angriff auf die Pflanze durch Bildung eigenartiger, die Wurzelhaare lösender Stoffwechselprodukte ausüben.

An den Stellen, wo sie gedeihen, bilden sie Schleim, der von der Wirtspflanze aufgesogen wird; denn in ihm sind bereits die stickstoffreichen Umwandlungsstoffe enthalten, welche die Pflanze so notwendig bedarf.

Um den Kreislauf des Stickstoffs in der Natur zu verstehen, unterscheiden wir nach Fischer einen großen und kleinen Kreislauf. Beim großen Kreislauf geht der Stickstoff der Luft durch die Hülsenfrüchtler, gelangt durch sie in den Boden, wird dort umgewandelt in Salpeterstickstoff, in welcher Form er von den anderen Pflanzen aufgenommen werden kann.

Beim kleinen Kreislauf wird der Salpeterstickstoff von den Pflanzen aufgenommen, kommt in das Tier, welches die Pflanze als Nahrung verzehrt. Aus den Ausscheidungsstoffen des Tieres, beziehungsweise aus dem toten Körper kann er wieder in den Boden gelangen, um nach seiner Umwandlung im Boden als Salpeterstickstoff von der Pflanze aufgenommen zu werden.

Man hat den Boden durch künstliche Beigaben von Stickstoffbakterien in Reinkultur anzureichern gesucht und findet auch solche Präparate unter der Bezeichnung Nitragin im Handel. Die Erfolge, die man erzielte, sind günstige.

Es seien auch noch die stickstoffaufnehmenden Bodenbakterien erwähnt, die auf keiner Pflanze wachsen, sondern sich frei im Boden vorfinden. Clostridium Pasteurianum, von Winogradsky entdeckt, vermag zum Beispiel wie die Knöllchenbakterien freien Stickstoff zu verarbeiten.

Als wichtige Phase im Kreislauf des Stickstoffs ist die Fäulnis anzusehen, das heißt die Umwandlung der Eiweißstoffe und anderer stickstoffhaltiger Verbindungen.

Fäulnis tritt nur dann auf, wenn Bakterien ihre Lebenstätigkeit entfalten können. Verhindern wir dies, so beobachten wir keine Zersetzungen, keine Verwesung.

Bakterienbegünstigend ist das Vorhandensein genügender Feuchtigkeit innerhalb bestimmter Wärmegrenzen (10 bis 38 Grad). Verhindern wir den Zutritt von Feuchtigkeit zu irgend einem Körper, der faulen kann, so tritt dieser Prozeß nicht ein. Dasselbe ist der Fall, wenn wir ihn abkühlen oder auf niederer oder sehr hoher Temperatur halten.

Die Fäulniserscheinungen umfassen ein großes, höchst interessantes Gebiet. Hier zeigen sich die Arbeitsweisen der Mikroorganismen in großartiger Form.

Von Fäulnisbakterien unterscheiden wir drei Gruppen, die trypsinogenen, die saprophilen und die saprogenen Bakterien. Erstere scheiden ein trypsinähnliches Enzym aus und verwandeln die Eiweißstoffe teilweise in Substanzen, deren weitere Zerstörung von anderen Bakterien fortgesetzt wird.

Zu den echten Fäulniserregern, den saprogenen Bakterien, gehört der Bacillus vulgaris, der aus faulendem Fleisch unschwer zu züchten ist, und der Bacillus putrificus.

Zu den berüchtigsten Abbauprodukten, die bei der Fäulnis entstehen, rechnet man die Ptomaine, die Leichengifte, welche eine enorme Giftigkeit besitzen. Ähnlichen Charakter haben auch die Produkte, welche der Wurstvergifter, der Bacillus botulinus, aus Fleisch und Wurst erzeugt und die man als Ptomatropin bezeichnet.

Bei der Fäulnis des Harnes wirken außer dem schon genannten Bacillus vulgaris und dem Bacillus fluorescens die Harnbakterien (Urobakterien) mit, zu denen der Bacillus ureae, ein lebhaft bewegliches Stäbchen, sowie der Micrococcus ureae gehören.

Die Umwandlung des bei der Fäulnis zuletzt auftretenden Ammoniaks in Salpeterstickstoff, die Nitrifikation, vollbringen ebenfalls eine besondere Klasse von Bakterien, welche man nach der Benennung des Vorganges unter der Bezeichnung Nitrifikationsbakterien oder Salpeterbakterien zusammenfaßt, deren

Erforschung vor allen Winogradsky zu verdanken ist. Die Bildung der Salpeterlager von Chile zum Beispiel sind auf ihre Tätigkeit in früheren Perioden der Erdentwicklung zurückzuführen.

Die Nitrifikation geht in zwei Stadien vor sich. Das erste ist die Umwandlung in salpetrigsaure Verbindungen durch die Nitritbakterien, das zweite die Bildung von salpetersauren Salzen durch die Nitratbakterien.

Neben dieser Nitrifikation gehen im Ackerboden aber auch Prozesse einher, die als Denitrifikation keineswegs günstig sind. Es gibt nämlich Bakterien, welche dadurch Stickstoffverluste herbeiführen, daß sie die salpetersauren Salze in freien Stickstoff umsetzen, der von den meisten Pflanzen nicht aufgenommen werden kann, außer, wie wir bei den Leguminosen gesehen, durch Vermittlung der Knöllchenbakterien.

Die Bakterien des Wassers.

Die Tatsache, daß Bakterien in der Erde, in der Luft enthalten sind, läßt es uns nicht verwunderlich erscheinen, wenn wir sie auch in verschieden großen Mengen in den Gewässern vorfinden. Wir werden auch aus den Darlegungen früherer Buchabschnitte ohne weiteres verstehen können, daß in solchen Wässern, die verunreinigt sind mit Abfallstoffen menschlicher Behausungen, mit sonstigen zersetzungsfähigen Dingen, eine üppige Bakterienflora anzutreffen sein wird.

Daraus geht weiter hervor, daß wir in der Bestimmung der Bakterienzahl eines Wassers Anhaltspunkte für seine Beurteilung haben. Enthält ein Wasser viel Bakterien, so können wir die Behauptung aufstellen, daß es auf dem Wege zur Entnehmungsstelle Gelegenheit hatte, Verunreinigungen aufzunehmen.

Selbstverständlich genügt für die Beurteilung des Wassers die bakteriologische Untersuchung nicht allein.

Angenommen, es gelangt durch irgendwelche Weise Sublimat in ein Wasser, so wird die bakteriologische Bakterienzahlbestimmung eine vollständige Keimfreiheit ergeben. Der Schluß, das Wasser deshalb als einwandfrei zu betrachten, wäre grundfalsch, da das Sublimat ein heftiges Gift für den Menschen

ist, aber auch für Bakterien, deshalb sind ja keine Keime in dem Wasser am Leben geblieben.

Die chemische Untersuchung des Wassers ist demnach für die endgültige Beurteilung einer Wasserprobe unbedingt nötig.

Mit dieser Bestimmung haben wir uns jedoch in vorliegendem nicht zu befassen. Wir wollen nur einsehen, daß die bakteriologische Untersuchung ein wichtiger Teil ist.

Die Keimzahlbestimmung des Wassers wird so ausgeführt, daß man mit keimfreien Saugern (Pipetten) 1 Kubikzentimeter des Wassers (manchmal je nach dem Grade der Verunreinigung auch weniger) in keimfreie Gelatine verbringt, diese in flüssigem Zustand vermischt und in eine ebenfalls keimfreie Petrischale schüttet. Die Gelatine wird beim Erkalten fest, die noch unsichtbaren Bakterien sind in dem Nährboden fixiert und werden an der Stelle, an der sie liegen, durch Vermehrung sich zur sichtbaren Kolonie entwickeln. Die Summe der nach drei Tagen zählbaren Pünktchen gibt uns die „Keimzahl" des Wassers an.

Die einzelnen Wasserbakterien aufzuzählen, erübrigt sich, da es sich teils um schon genannte handelt, teils um Organismen, welchen keine besondere Bedeutung zuzusprechen ist. Daß Krankheitserreger sich manchmal in Wasser einige Zeit lang lebend erhalten können, haben wir bereits auf Seite 35 u. ff. gesehen.

Besonders wichtig ist die Frage nach der Beschaffenheit und Beseitigung der Abwässer, worunter man das im Wirtschafts- und Gewerbebetrieb erzeugte Schmutzwasser versteht.

Diese Frage kann insofern mit der schwierigen Aufgabe der Beseitigung von Fäkalstoffen behandelt werden, als dem Schmutzwasser in einer Reihe von Städten diese menschlichen Ausscheidungsprodukte bereits beigemengt sein können.

Das direkte Zuleiten der Abwässer in die nahegelegenen Flüsse (Vorfluter) geht aus dem Grunde nicht an, weil diese Abwässer zumeist eine Menge in Fäulnis übergegangener Stoffe enthalten, welche nicht nur durch die bei der Fäulnis entstehenden widerlich riechenden gasförmigen Produkte die Gegend verpesten würden, sondern auch durch die anderen Zersetzungsprodukte in hohem Grade verunreinigend auf die Flüsse wirken und vor allem auf die Fische einen schädigenden Einfluß ausüben, der sich bis zur Abtötung dieser gegen bestimmte Stoffe außerordentlich empfindlichen Tiere steigern kann. So genügen zum Beispiel 0,0005 Gramm Chlorkalk im Liter Wasser, um den Tod einer Forelle nach 3 Stunden herbeizuführen; von Ammoniak wirkten 50 Milligramm in einem Liter bereits nach 47 Minuten abtötend auf die Forelle.

Der Fluß, in den wir stark verunreinigtes Abwasser einleiten, reinigt sich von selber. Er befreit sich von den Fäulnisstoffen und nimmt nach bestimmter Zeit wieder seine normale Beschaffenheit an. Wir bezeichnen diese Erscheinung als Selbstreinigung der Gewässer, die darauf beruht, daß eine Menge von Kleinlebewesen, vor allem Bakterien, die verunreinigenden Stoffe zersetzen, „abbauen", sie in geruchlose Körper überführen.

Wir können diese Selbstreinigung leicht beobachten, wenn wir eine Flasche Kanalwasser oder Schmutzwasser aus der Küche eine Zeitlang offen stehen lassen.

Die Schwebestoffe, das heißt die ungelösten Bestandteile, sinken zu Boden und die überstehende, noch nicht durchsichtige Wasserschicht, die hauptsächlich die gelösten Verunreinigungen enthält, wird nach einiger Zeit ein dünnes, schillerndes Häutchen auf der Oberfläche zeigen, das aus Milliarden sauerstoffbedürftiger, deshalb oben wachsender Bakterien (Spaltpilzen) besteht. Vom Boden werden bald Gasblasen aufsteigen, denn auch hier sind Bakterien am Werk, und der Inhalt dieser Blasen ist nichts anderes als ein Teil der zersetzten Stoffe, der gasförmige Teil.

Zuerst entstehen nämlich faulig riechende Gase. Doch nimmt dieser üble Geruch bald ab, das Wasser klärt sich und der Bodensatz ist kleiner geworden.

Interessant ist, um nur kurz darauf hinzuweisen, die Arbeitsteilung unter den Bakterien. Verfolgen wir den eben beschriebenen Vorgang unter dem Mikroskop, so können wir feststellen, daß die in den ersten Tagen wachsenden Bakterien, die die schlechtriechenden Gase produzieren, andere sind als die später wachsenden Arten. Jede der in Tätigkeit tretenden Bakterienarten bereitet sozusagen die Speise für eine andere Art.

Man bezeichnet diese Selbstreinigung, von der man in der Praxis der Abwasserreinigung weitgehenden Gebrauch macht, auch als Ausfaulen.

Beim fließenden Wasser geht die Reinigung deshalb schneller vor sich, weil es in der Regel mehr Sauerstoff enthält als stehendes Wasser und vor allem, weil durch die eintretende Ab-

setzung, Sedimentierung, das heißt durch das Sinken der ungelösten Bestandteile eine örtliche Trennung dieser von den gelösten eintritt, wodurch eine raschere Zersetzung durch die Bakterien stattfinden kann.

Überschauen wir das Gesagte, so dürfen wir die Mehrzahl der im Wasser sich vorfindenden Bakterien keineswegs als Wasserverunreiniger ansehen, sondern müssen ihnen die wichtige Rolle von Wasserreinigern zuschreiben.

Die gelösten Schmutzstoffe aus dem Abwasser auszuschalten beziehungsweise zu zersetzen und dadurch unschädlich zu machen, ist Aufgabe der biologischen Abwasserreinigung, von welcher Methode an erster Stelle das Rieselverfahren zu nennen ist, nicht weil es das praktisch Wertvollste ist, sondern weil sich bei ihm eine Reihe interessanter Lebensprozesse abspielen und es in einer Reihe von Städten (Freiburg, Berlin und andere) in Verwendung ist. Berlin hat die größte Rieselanlage der Welt.

Man versteht unter Rieselung das Überfließen des Wassers in dünnster Schicht über den Boden, im Gegensatz zur Überstauung, bei der das Wasser in dicker Schicht über dem Boden stehen kann. Bei der eigentlichen Berieselung wird dem Boden, durch den das Wasser fließt, ständig Sauerstoff zugeführt, bei der Überstauung haben wir es mit einem sauerstoffarmen Boden zu tun, was von einem großen Einfluß auf die Bakterienflora dieses Bodens und damit auch auf den Effekt der Berieselung ist.

Von großer Wichtigkeit für die Beurteilung eines Terrains als Rieselfeld ist die Bodenart, die Größe, die Lage und verschiedene andere Punkte, die sich von selbst ableiten, wenn wir uns die Vorgänge im Rieselfeld klargemacht haben.

Was geht vor, wenn wir Abwässer auf ein Rieselterrain leiten? Das Wasser wird filtriert, wie wenn wir es über irgend eine andere für ungelöste Stoffe undurchlässige Schicht fließen lassen. Die erste Wirkung ist demnach eine mechanische Filtration; die Schwebestoffe bleiben auf der Oberfläche des Bodens, die gelösten Stoffe sickern ein.

Der Boden hat die Fähigkeit, besonders wenn er humusreich, das heißt von abgestorbenen Pflanzenteilen durchsetzt ist, eine Reihe von Körpern aufzusaugen, zu absorbieren, welche für die Pflanzen wichtige Nährstoffe sind, wie Kali, Phosphorsäure, auch Ammoniak und andere Stickstoffverbindungen. Doch

nicht dauernd hat der Boden diese Eigenschaft der Absorption, die in den der Oberfläche nächsten, also sauerstoffreicheren Schichten am stärksten ist. Nach einiger Zeit ist der Boden gesättigt und läßt die genannten im Abwasser vorhandenen Körper durchgehen.

Neben der Absorption, die übrigens durch gewisse Stoffe in den Abwässern, zum Beispiel Chlornatrium (Kochsalz), geschwächt werden kann, treten als die wichtigsten Elemente Zersetzungserscheinungen auf; Bakterien sind an der Arbeit, wie bei der Selbstreinigung der Gewässer. Erdbakterien und unter ihnen vornehmlich eine Gruppe, die wir Nitrifikationsbakterien nennen. Dies sind Spaltpilze, die aus Ammoniak und seinen Verbindungen salpetrige Säure und daraus Salpetersäure zu bilden vermögen.

Außer diesen sind andere Arten, auch Schimmel- und Hefepilze bei dem Abbau der Verunreinigungen mittätig, und zwar verteilen sich offenbar die verschiedenen Gruppen von Kleinlebewesen auf verschiedene Tiefen im Boden, was auch aus den bei der Zersetzung entstehenden Geruchsstoffen hervorgeht. Die oberen Schichten des Rieselfeldes haben einen muffeligen, dumpfen Geruch, die unteren einen mehr erdigen.

Die niedere Vegetation hat demnach eine mehr oder weniger mineralisierende Wirkung, sie wandelt die kompliziert zusammengesetzten Stoffe in einfachere um, welche die höhere Vegetation (Gräser, Kulturgewächse) wieder zu sich nimmt, wieder aufbaut zu organischen Verbindungen. Es ist einer der schönen Kreisgänge in der Natur, die uns die hohe Bedeutung jener Kleinsten im Reiche des Lebens vor Augen führt.

Auf diese Weise wird das Abwasser von einer Menge gelöster Schmutzstoffe befreit, doch nur dann, wenn die Lebensbedingungen für die genannten Kleinlebewesen erfüllt sind, vor allem, wenn genügende Sauerstoffmengen vorhanden sind, wie man sie durch gute Dränage dem Boden zuführen kann.

Nicht unerwähnt wollen wir bei dieser Gelegenheit die Bedeutung der Regenwürmer lassen, die den Boden auflockern und dadurch der Sauerstoffbeförderung günstig sind.

Wird das Abwasser, wie es teilweise noch geschieht, nicht vorgereinigt, ehe es auf das Rieselfeld kommt, das heißt wird es von den ungelösten Stoffen nicht vorher befreit, so belasten diese nicht durchsickernden Körper das Feld in erheblicher Weise.

Sie bilden eine für Luft undurchlässige Schicht und schmälern dadurch stark den Effekt.

Wird das Wasser vorgereinigt und mutet man dem Boden nicht zuviel zu, denn die Bakterien können nur eine bestimmte Menge Wasser reinigen, oder, wie wir uns auch ausdrücken können, steht Abwasserzufuhr, Bodenabsorption und mineralisierende Wirkung der Bakterien im richtigen Verhältnis, dann erst erreicht man mit dem Rieselfeld das Maximum der Wirksamkeit.

Ein auf das Leben der Mikroorganismen ungünstig wirkender Faktor ist die Kälte. Bei etwa 5 Grad Celsius stellen die nitrifizierenden Bakterien ihre Lebenstätigkeit ein, was sich denn auch in der nur mäßig reinigenden Wirkung der Rieselfelder in der Winterszeit äußert.

Außer der Benützung von Rieselfeldern, deren Ausnützung nicht wenig Schwierigkeiten mit sich bringt, kommen noch bei der auf biologischen Prinzipien beruhenden Abwasserreinigung das Stau- oder Füllverfahren, das Tropfverfahren und das Faulverfahren in Betracht, die künstlichen biologischen Reinigungsverfahren.

Bei dem ersteren sind sogenannte biologische Füllkörper in Verwendung, die aus Becken von etwa 1 Meter Höhe bestehen, in die Koksstückchen oder Schlackenteilchen von 3 bis 10 Millimeter Korngröße eingefüllt sind. Das Abwasser durchläuft, bevor es in die Füllkörper gelangt, einen Klärbrunnen, in dem sich die schwereren ungelösten Bestandteile zu Boden senken, und wird dann in die Füllkörper geleitet, in denen es etwa zwei Stunden stehen bleibt.

Die Koksstückchen umgeben sich mit einer bakterienreichen Schmutzschicht („bacteria bed"), die von diesen Lebewesen zersetzt wird, wenn man die Vorrichtung nach dem Abfließen des Wassers durchlüftet.

Diese Regeneration des Füllkörpers, die durch zeitweiliges Leerstehenlassen des Füllkörpers befördert wird, ist notwendig, weshalb man das Verfahren zu den gebrochenen (intermittierenden) rechnet. Wertvoll ist bei dem Füllverfahren die bei geeigneter Bauart der Füllkörper bestehende Möglichkeit, den Betrieb auch im Winter aufrechtzuerhalten, da auch noch die bei dem Atmungsprozeß der Bakterien im Füllkörper auftretende Temperaturerhöhung einen günstigen Einfluß ausübt.

Das biologische Tropfverfahren ist im Gegensatz zu dem vorigen ein fortlaufendes (kontinuierliches) Verfahren, bei dem eine ständige Durchlüftung des aus geschichteten großen Koksstückchen bestehenden Tropfkörpers stattfindet, da das Abwasser tropfenweise eindringt und in dünner Schicht über die Füllung fließt. Damit Sauerstoff möglichst leicht zutreten kann, wird die Wand des Tropfkörprrs mit Löchern versehen oder ganz weggelassen. Bei diesem Verfahren ist demnach Absorption durch Oberflächenanziehung und Regeneration durch Kleinlebewesen gleichzeitig. (Die Gradierwerke, in denen das Wasser über eine Reisigwand fließt, haben eine gewisse Ähnlichkeit mit den biologischen Tropfkörpern.)

Das Faulverfahren wird in der Weise ausgeführt, daß das Abwasser zwei hintereinander geschaltete Faulbecken zu passieren hat. Im ersten setzt sich der Schmutz des Wassers ab und tritt in das zweite von den Schwebestoffen zum größten Teil befreit. In beiden Becken bleibt der sich absetzende Schlamm im Gegensatz zu den Klärbassins liegen. Es tritt Fäulnis ein, wodurch auch ein Teil der gelösten Schmutzstoffe zersetzt wird.

Die Gase, die beim Lagern des Schlammes auftreten (Schwefelwasserstoff, Merkaptan, Methan, Wasserstoff, Stickstoff, Kohlensäure), deuten darauf hin, daß auch hier Kleinlebewesen am Werke sind. Schwefelbakterien, Buttersäurebakterien, der Bacillus fluorescens und das auf die Kohlenhydrate losgehende Bacterium coli. Auf der Schwimmdecke, die sich mit der Zeit lederartig verdickt, finden wir große Mengen von Schimmelpilzfäden (Mukor, Penizillium, Aspergillus, Oidium und andere).

In der Praxis der Abwasserreinigung wird das Faulverfahren häufig mit Koksfiltrierkörpern kombiniert, das heißt das aus den Faulbecken abgelassene Wasser hat noch die Füllkörper, die wir oben beschrieben haben, zu durchfließen.

Die Erscheinung, daß Bakterien selbst filtrierende Wirkung ausüben, tritt auch bei den Sandfiltern hervor, welche zur Reinigung von Gebrauchswasser und Trinkwasser Verwendung finden.

Es gibt verschiedene Konstruktionen solcher Filter, die aber unter sich viel Ähnlichkeit aufweisen. Es sind viereckige, in den Erdboden eingelegte, offene oder überwölbte Bassins, die eine Füllung von Sand, Kies und Steinen haben. Eine Art von

Filter zeigt von oben nach unten zum Beispiel folgende Sandschichtung: 920 Millimeter gesiebten scharfen Sand, 75 Millimeter Kies von Erbsengröße, 75 Millimeter Kies von Bohnengröße, 80 Millimeter Kies von Haselnußgröße, 150 Millimeter Kies von Walnußgröße, 220 Millimeter Kieselsteine bis Faustgröße, 300 Millimeter Kanäle und große Steine. Das Wasser steht über diesem Filter in einer Höhe von 1230 Millimeter.

Die Wirkung dieser Filter ist eine mechanische, indem ungelöste Bestandteile des Wassers die Zwischenräume des Filters nicht passieren, also aufgehalten werden.

Sie ist aber auch eine physiologische oder, wie wir oben sagten, eine biologische, insofern Bakterien auf dem Wasser zuerst eine Haut bilden. Es entwickeln sich also zahlreiche Lebewesen, die zu Anfang der Filtration auch das Sandfilter passieren. Durch Flächenanziehung des Sandes wird aber ein Teil der Bakterien festgehalten, welche dadurch die Zwischenräume des Sandes verkleinern und auf diese Weise bewirken, daß die nachfolgenden Bakterien im Filter zurückgehalten werden.

Es erfordert demnach eine gewisse Zeit, bis ein Filter die richtige Wirksamkeit entfaltet, es muß „reifen". Erst wenn der Sand mit Bakterien durchsetzt ist, wenn er verschleimt ist, übt er auch auf Bakterien eine filtrierende Wirkung aus.

Die Wirksamkeit der Sandfiltration geht aus folgenden Zahlen hervor: Das unfiltrierte Elbwasser hat im Durchschnitt eine Keimzahl von 10000 im Kubikzentimeter, das heißt 10000 Bakterien sind im tausendsten Teil eines Liters enthalten. Das durch Sand filtrierte Elbwasser beherbergt im Kubikzentimeter nur noch 10 bis 15 Keime.

Eine eigenartige Reinigung des Wassers besteht in der Ozonisierung desselben.

Wenn man in der Nähe einer tätigen Elektrisiermaschine steht, so nimmt man einen merkwürdigen scharfen Geruch wahr, der auch da auftritt, wo der Blitz eingeschlagen hat. Dieser Geruch rührt, wie die Untersuchungen gelehrt haben, von dem Vorhandensein einer Gasart her, die aus Sauerstoff erhalten wird, wenn wir diesen dem Einfluß elektrischer Schwingungen aussetzen.

Sauerstoff atmen wir ein, die Pflanzen unter der Einwirkung des Lichtes aus. Auch können wir dieses Gas leicht durch Erwärmen von Kaliumchlorat in verhältnismäßig reinem Zustand gewinnen.

Die neue Gasart ist eine Modifikation des Sauerstoffs, es ist Ozon, das gegenüber dem Sauerstoff eine Reihe sehr wichtiger Eigenschaften aufweist. Es wirkt stark oxydierend, zerstört zum Beispiel organische Farbstoffe.

Leiten wir Ozon in Wasser, in dem sich Bakterien aufhalten, so werden diese Kleinlebewesen abgetötet.

Diese Tatsache gibt uns also in dem Ozon ein Mittel in die Hand, Trinkwasser zu sterilisieren, bakterienfrei zu machen, ebenso auch auf die Luft eine desinfizierende Wirkung auszuüben.

Mannigfache Konstruktionen sind in den letzten Jahren erstanden, Ozon möglichst leicht und billig sich bilden zu lassen. Unter anderem hat sich ein kleiner Hausapparat zur Ozonisierung des Trinkwassers bewährt, der von den Felten & Guilleaume-Lahmeyerwerken in Frankfurt in den Handel gebracht wird.

Der Apparat besteht aus einem elektrischen Ozonerzeuger und dem Sterilisator, in dem das erzeugte Ozon mit dem Leitungswasser vermischt wird. Der Ozonerzeuger besteht aus einer Aluminiumplatte und einer mit Metallbelag versehenen Glasplatte, zwischen denen die elektrischen Ausstrahlungen erfolgen. Ein kleiner Transformator hat den Zweck, die Spannung des Leitungsnetzes in die erforderliche höhere Spannung umzuwandeln. Wird der Hahn der Wasserleitung geöffnet, so schaltet ein automatisch wirkender Membrankontakt den Transformator ein. Zwischen den Platten des Ozonerzeugers treten violette Ausstrahlungen auf, durch die der Sauerstoff der Luftschicht in Ozon verwandelt wird. Das entstandene Ozon wird durch ein dünnes Metallrohr abgesaugt und in einer besonderen Mischdüse innig mit dem Wasser vermischt.

Die Abtötungskraft geht unter anderem aus einem Versuch hervor, bei dem im Trinkwasser im Kubikzentimeter vor der Ozonisierung 60 Keime gefunden wurden, nach der Ozonbehandlung nur noch 5.

Sehr befriedigende Ergebnisse hatten auch die Untersuchungen mit einem Luftozonisierapparat, durch den mittels Ventilators Ozon in einem Bureauraum verteilt wurde. Vor der Ozonisierung wurden durch fünfminutenlanges Offenstehenlassen einer Agarplatte 191 Bakterien gezählt, nach nur einminutenlanger

Ozonisierung wurden in derselben Zeit auf dem gleichen Nährboden nur 23 Bakterien gezählt.

Daß Ozon auch bei der Abwasserreinigung eine Rolle spielen kann, soll nur kurz erwähnt werden.

Bakterien und Nahrungsmittel.

1. Die Bakterien von Milch und Molkereiprodukten.

Der hohe Nährwert der Milch macht dieses Nahrungsmittel, wie wir schon früher gesehen haben, zu einem guten Bakteriennährboden. Die Bakterien leben von den in ihr enthaltenen Stoffen, vom Fett, vom Milchzucker, von den Eiweißkörpern und wandeln diese in andersartige zusammengesetzte Verbindungen um.

Dieser Eingriff ist uns teils wünschenswert (Herstellung von Sauermilch, Reifung des Käses), manchmal sind es aber auch unbeliebte Störenfriede, diese Bakterien.

Wenn Milch als solche verbraucht werden soll, so wollen wir sie ja frisch haben. Und frisch bleibt sie, wenn keine Bakterien ihre Zerstörungswerke verrichten, das heißt wenn sie möglichst bakterienarm ist.

Die Bakterien gelangen in erster Linie durch Unreinlichkeiten bei der Gewinnung und bei der weiteren Behandlung in die Milch, und es ist längst bekannt, daß man durch vorsichtige Behandlung, durch Vermeidung aller Schmutzereien die Milch in einen dauerhafteren Zustand überführen kann, ohne Anwendung von Wärme, allein durch Reinlichkeit, durch Abhaltung von Bakterien.

Eine gänzliche Keimfreiheit läßt sich aber auch bei Einhaltung der größten Vorsichtsmaßregeln nicht erzielen, da die Milch schon beim Verlassen des Euters einen wenn auch niederen Bakteriengehalt aufweist, denn in die Eutergänge können von außen her diese Mikroorganismen eindringen und beginnen also schon in den Milchdrüsen ihre Entwicklung.

Backhaus machte Versuche, wobei er äußerlich das Euter der Kuh einwandfrei von allen Bakterien durch Sublimatwaschungen befreite, und fand bei der Milch, die zuerst dem Euter entquoll, 50000 bis 97000 Keime im Kubikzentimeter, in der zuletzt gemolkenen Milch durchschnittlich 500.

Gegen die Steigerung der Keimzahl innerhalb der Drüsengänge wirkt wahrscheinlich außer dem Milchdrüsengewebe die Milch selber, indem diese, ähnlich wie das Blut, Bakterien zum Teil abzutöten vermag. Man bezeichnet diese Eigenschaft der Milch als Bakterizidie.

Den Hauptanteil an dem Bakterienreichtum der gewöhnlichen Marktmilch haben die von außen in die Milch gelangenden Mikroorganismen, die je nach der Art der Gewinnung bereits im Stalle in die Milch kommen oder erst später.

Außer den zumeist für den menschlichen Körper unschädlichen Milchbakterien können jedoch auch Krankheitserreger in sie gelangen. Bekannt ist die Rolle, welche die Milch bei Typhusepidemien spielt. Die Butter aus typhusbazillenhaltiger Milch kann ebenfalls diese Krankheitskeime bergen. Tuberkelbazillen können geraume Zeit in Milch lebensfähig bleiben und auch in Butter übergehen, in der sie schon gefunden wurden.

Steht die Milch einige Zeit bei nicht zu niederer Temperatur, so gerinnt sie, es scheidet sich eine weiße unlösliche Masse aus. Der Gerinnungsprozeß hängt mit dem Überhandnehmen vornehmlich einer Bakterienklasse zusammen, den Milchsäurebakterien, welche den Milchzucker der Milch in diese organische Säure umwandeln. Hat der Milchsäuregehalt eine bestimmte Höhe erreicht, so fällt der Käsestoff (Kasein) unlöslich aus.

Von den Milchsäurebakterien kennt man eine Reihe unter sich verschiedener Arten, die folgende Namen führen: Bacterium lactis acidi ist ein kurzes, nicht sporenbildendes Stäbchen, das auf Gelatine durchsichtige Kulturen bildet, während der Bacillus lactis acidi Kulturen von milchweißer Farbe mit Wachsglanz erzeugt. Der Sphaerococcus lactis acidi stellt eine kleine ovale Kokkenform dar, welche durch porzellanweiße Kulturen charakterisiert ist, die sich von denen des Micrococcus lactis acidi wohl unterscheiden, da letztere einen Stich ins Gelbliche haben. Dieser Kokkus ist ziemlich groß und wächst sehr langsam.

Außer der Milchsäuregärung kennen wir eine andere auf dem Lebensprozeß von Kleinlebewesen beruhende Gärung, die Buttersäuregärung, deren Aufklärung zuerst Louis Pasteur, dem verdienstvollen französischen Bakteriologen, gelang. Von Schatten-

froh und Graßberger wurden als typische Buttersäurebakterien zwei Arten aufgefunden, der bewegliche und der unbewegliche Buttersäurebazillus, letzterer führt den Namen Granulobacillus saccharobutyricus immobilis liquefaciens, ersterer Granulobacillus saccharobutyricus mobilis non liquefaciens.

Der unbewegliche Buttersäurebazillus ist ein gestrecktes Stäbchen, das nur unter Sauerstoffabschluß zu gedeihen vermag, wie der bewegliche Buttersäurebazillus, der 1,8 bis 2,3 μ lang, 1,3 bis 1,7 μ breit ist.

Es gibt auch Buttersäurebakterien, die unter äroben Verhältnissen, das heißt bei Sauerstoffanwesenheit, gedeihen. Zu ihnen gehört der Bacillus butyricus.

Die Tätigkeit dieser Buttersäurebakterien bei der Buttersäuregärung besteht in einer Zersetzung der Kohlenhydrate, also bei Milch in einer Zerlegung des Milchzuckers und Erzeugung von Buttersäure.

Der Milchzucker kann durch gewisse Organismen auch in Alkohol zersetzt werden (alkoholische Gärung), wobei jedoch in erster Linie Hefepilze beteiligt sind. Eine alkoholische Gärung finden wir zum Beispiel im Kefir, einem aus Milch herstellbaren Getränk, im Kumys und Mazun.

Von diesen Milchpräparaten ist der durch Metschnikoffs Untersuchungen bekannt gewordene Yoghurt neuerdings in den Vordergrund getreten.

Der Yoghurt ist ein durch Bakterientätigkeit aus Milch entstandenes Zersetzungsprodukt, das ein eigentümlich feines Aroma besitzt und durch seinen Reichtum an Milchsäurebakterien den Darm von schädlichen Darmbakterien befreien, desinfizieren kann.

Außer durch Milchsäure kann das Kasein auch mit Hilfe von Lab in den ungelösten Zustand übergeführt werden. Lab wird aus dem Kälbermagen hergestellt.

In dem Kasein, das durch Lab gewonnen wurde, treten bei der Lagerung andere bakteriologische Erscheinungen auf als bei der Milch, welche durch natürliche Gerinnung Käsestoff ausschied. Beide Käsearten unterscheiden sich denn auch grundsätzlich voneinander.

Weichkäse ist bakterienreicher als Hartkäse. Von Käsebakterien, die den Reifungsprozeß bewirken, stehen obenan die Milchsäurebakterien, die eiweißzersetzenden Bakterien (peptonisierenden Bakterien) und die gasbildenden Bakterien.

Die Käsereifung ist kein einheitlicher Vorgang. Wir finden auch bei ihr einen Schichtwechsel, ein Aufeinanderfolgen von Bakterienarten, deren jede den Boden für das Gedeihen anderer zubereitet. Die Käsereifung ist als ein Zusammenwirken einer Reihe von Bakterienarten anzusehen.

So erwünscht die Bakterien für die Milchwirtschaft sind, so können sie natürlich auch Unheil anrichten. Milchfehler (blaue, gelbe, bittere, seifige Milch usf.) sind meistens von Bakterien verursacht. Das Ranzigwerden der Butter ist nichts anderes als ein durch gewisse Bakterien bewirkter Abbauprozeß von Butterstoffen, und auch bei Butterfehlern haben diese Lebewesen ihre kleinen Körperchen im Spiele.

Die Käsefabrikation selbst schätzt und fürchtet die Bakterien gleichzeitig und muß sehr darauf aus sein, die Erreger von Käsefehlern (zum Beispiel Käseblähungen) fernzuhalten oder ihnen die Bedingungen zum Wachstum zu entziehen.

Die Erforschung der Vorgänge im Molkereibetrieb haben in den letzten Jahren dazu geführt, durch künstliche Zusätze von Bakterien gewisse Vorgänge zu regulieren, zu sichern. So wird in den besseren Molkereien die Säuerung des Rahmes durch Zusatz von Milchsäurebakterien in Reinkulturen eingeleitet, damit schädliche Arten nicht aufkommen können und die Säuerung zeitlich feststeht.

Das Arbeiten mit Reinkulturen bei der Käsereifabrikation hat wegen der ungleich komplizierteren Vorgänge noch keine Erfolge zu verzeichnen.

Bei der Behandlung der Milch besonders günstig wirkt Kühlhalten, da bei niederen Temperaturen keine Bakterienvermehrung eintritt. Von chemischen Konservierungsmitteln ist abzusehen, da diese auf die menschlichen Organe Schädigungen ausüben können.

Das Sterilisieren der Milch, das heißt das Befreien der Milch von Bakterien durch Erhitzung, steht dem Effekt nach wohl über der Kühlung, denn bei der Erhitzung werden die Bakterien abgetötet, während sie bei der Kühlung in ihrer Entwicklung nur gehemmt sind.

Das Erhitzen der Milch hat aber dadurch größere Nachteile als das Abkühlen, weil bei ersterem auch eine Reihe von wertvollen Milchbestandteilen in ihrer Beschaffenheit geändert werden, was für die Ernährung von Bedeutung ist.

2. Bakterien auf Fleisch und Gemüse.

Weißkraut, Gurken, Bohnen werden zur Erzielung größerer Haltbarkeit bekanntlich eingesäuert. Bei diesen Säuerungen sind sehr viele Bakterien tätig, Milchsäurebakterien, die mit anderen eine Erwärmung der Konserven herbeiführen. Bei der Säuerung des Weißkrauts, das heißt bei der Sauerkrautfabrikation, tritt eine besondere Art von Erreger auf, das Bacterium brassicae acidae, ein lebhaft bewegliches Stäbchen von 0,8 bis 2,4 μ Länge und 0,4 bis 0,6 μ Breite.

Bei der Einsäuerung der Bohnen spielt ein Kokkus, eine runde Bakterienart, die Hauptrolle; jedoch sind auch hier wie bei der Sauerkrautgärung eine Menge anderer niederer Lebewesen, vor allem auch Schimmelpilze mittätig.

Das Fleisch ist von Natur aus keimfrei. Bei der Behandlung, bei der Berührung mit den Fingern, durch die Berührung mit Luft wird es bakterienhaltig und geht durch die Tätigkeit der Mikroorganismen bald in Fäulnis über, wenn die übrigen Lebensbedingungen für die Fäulniserreger vorhanden sind. Lunge und Darmteile sind natürlich nicht keimfrei.

Man macht das Fleisch dadurch haltbar, daß man ihm entweder die Feuchtigkeit entzieht, es trocknet. Wasser benötigen alle Bakterien; wird es ihnen nicht geboten, so gelangen sie nicht zum Wachstum.

Eine andere Methode zur Haltbarmachung (Konservierung) besteht in dem Räuchern. Der Holzrauch, der das Fleisch bestreicht, wirkt durch die Anwesenheit von verschiedenen Stoffen in ihm (Phenole, Aldehyde der Fettreihe) bakterientötend. Tuberkelbazillen und andere Krankheitserreger werden durch das Räuchern nicht immer abgetötet.

Einsalzen und Einpökeln (Einlegen in Kochsalzlösung mit wenig Salpeter, Zucker und Gewürze) sind weitere Fleischkonservierungsverfahren, deren Wirksamkeit durch die Eigenschaft des Kochsalzes, bei höherer Konzentration bakterienhemmend zu wirken, zu erklären ist.

Auch von antiseptischen, das heißt bakterientötenden Stoffen sucht man zuweilen ebenfalls Gebrauch zu machen, und zwar kommen Borsäure und Borax, schweflige Säure und ihre Verbindungen, sowie Formaldehyd in Betracht. Die Anwendung dieser Stoffe zur Fleischkonservierung ist in Deutschland verboten.

Das Appertsche Fleischkonservierungsverfahren beruht auf dem Prinzip, das Fleisch durch Erhitzen bakterienfrei zu machen und sodann luftdicht aufzubewahren, also den Zutritt neuer lebensfähiger Bakterien von außen zu verhindern.

Dasselbe Verfahren wird nicht nur zur Fleischkonservierung, sondern auch zur Haltbarmachung anderer Nahrungsmittel verwendet.

Wie durch Wärme, so können auch durch niedere Temperaturen die Bakterien des Fleisches beeinflußt werden.

In den Zeitungen liest man immer wieder von Vergiftungserscheinungen, die nach dem Genuß von Konserven, das heißt von haltbar gemachten Nahrungsmitteln auftraten.

Wir können uns die Giftwirkung nach dem Vorausgegangenen leicht erklären: Die Konserven waren nicht genügend erwärmt; es konnten in den luftdicht abgeschlossenen Büchsen doch noch Bakterien zur Wucherung gelangen, denn es gibt ja unter diesen Lebewesen auch solche, die zu ihrem Dasein keine Luft, keinen Sauerstoff brauchen.

Noch eine weitere Ursache der Giftwirkung kann in Betracht kommen: die Gifte des abgetöteten Bakterienleibs.

Nehmen wir an, die Nahrungsmittel sind, ehe wir sie auf höhere Wärmegrade brachten, sehr bakterienhaltig gewesen, so werden diese Bakterienleiber durch das Erwärmen wohl getötet, aber nicht aus dem Nahrungsmittel entfernt. Wir wissen, daß gewisse Krankheiten auch durch tote Bakterien, durch die teilweise außerordentlich giftigen Körpersubstanzen, durch sogenannte Toxine, die manchmal eine stärkere Erhitzung ertragen, entstehen können.

Erste Bedingung bei der Herstellung von Konserven muß demgemäß sein: frisches Material, frei von schädlichen Bakterien.

Einer der unheimlichsten Burschen unter den Konservegiftbakterien ist der Bacillus botulinus. Dieser kann nur bei Abwesenheit von Luft, bei Abwesenheit von Sauerstoff gedeihen. Züchtet man diesen Bazillus, so hat man in seinen Kulturen ein außerordentlich starkes Gift vor sich. 0,0003 Kubikzentimeter wirken schon für Kaninchen tödlich. Die schwersten Vergiftungserscheinungen vermag das Botulinusgift auch vom Magendarmkanal aus hervorzurufen. Ein bis zwei Tropfen einer Kultur des Bacillus botulinus auf Gelatine tötete einen Affen.

Das Gift dieses Bazillus ist, wie die Versuche ergaben, gegen hohe Wärmegrade sehr empfindlich. Ermengem, dem wir eingehende Studien darüber verdanken, warnt deshalb vor dem Genuß solcher Nahrungsmittel in rohem Zustand, die ganz besonders der Möglichkeit von sauerstofffreien Wachstumvorgängen ausgesetzt sind, und zu diesen haben wir unter anderen auch die Konserven zu rechnen.

Ein anderer in verdorbenen Konserven vorkommender Mikroorganismus ist der Bacillus clostridioides, der gegenüber den anderen widerstandsfähigen Bakterien eine Besonderheit aufweist. Die meisten Konservenzersetzer „bombieren" nämlich.

Unter Bombieren, Bombage versteht man die Eigenschaft gewisser Konservebakterien, Gase in den Büchsen zu erzeugen, die den Boden und den Deckel des Gefäßes nach außen vorwölben. Zuweilen, wenn der Gasdruck groß wird, kann auch die Büchse zerreißen.

Der Bacillus clostridioides bombiert jedoch nicht.

Da die meisten der in verdorbenen Gemüsekonserven vorkommenden Bakterien Säure bilden, die auf die Metalle der Büchsen lösend einwirken, so können auch giftiges Blei und Zinn in die Konserven übergehen und dadurch Vergiftungserscheinungen hervorrufen.

In einer Kochschule in Darmstadt wurden von 52 Personen, die einen aus konservierten Bohnen bereiteten Salat gegessen hatten, 21 unter schweren Vergiftungserscheinungen krank, wovon 11 starben. Als Ursache wurde auch hier Bacillus botulinus angesehen. Andere Forscher halten Proteus mirabilis und Proteus vulgaris für die Anstifter in diesem Falle.

Diese zwei Bakterienarten spielen bei der Fäulnis eine große Rolle. Sie bilden aus den eiweißartigen Stoffen die sogenannten Fäulnisbasen, die Ptomaine, die sich zum großen Teil durch starke Giftigkeit auszeichnen (Bewohner von Westaustralien vergiften ihre Pfeile mit Fäulnisgiften). Auch die Ptomaine werden neben den Giften, die diese Bakterien in sich tragen, die verheerende Wirkung bei dem Darmstädter Unglück angerichtet haben.

Interessant ist es, daß die Ptomaine und auch die Bakterientoxine bei weiter fortgeschrittener Fäulnis wieder verschwinden.

Nur durch diese Annahme kann es verständlich werden, daß die auf niedriger Kulturstufe stehenden Völkerschaften Asiens

und Polynesiens stark verfaultes, ekelhaft riechendes Fleisch ohne Schaden verzehren können. Im nördlichen Schweden ist eine Fischkonserve unter dem Namen Gärfische (surfisk) eine bekannte Speise. Diese in fertigem Zustand widerlich riechenden Gärströmlinge unterliegen einem Fäulnisprozeß, ehe sie den erwünschten Reifezustand erreichen.

Wie schützen wir uns vor verdorbenen Konserven? In erster Linie dadurch, daß wir Konserven, deren Büchsen Verbeulungen (Bombage) zeigen, nicht zu uns nehmen. In ihnen sind bereits Gase durch eingetretene Fäulnis entstanden. Doch auch die Büchsen, die keine Verbeulungen zeigen, haben wir einer sorgfältigen Prüfung vor allem mit unserem Geruchssinn zu unterziehen. Ist irgend ein auffallender Geruch (ranziger Geruch, Ammoniakgeruch usw.) bemerkbar, so soll die Konserve auf keinen Fall gebraucht werden. Konserven sollen möglichst nicht roh, sondern erst nach gründlicher Abkochung verzehrt werden.

Daß Giftstoffe in Konserven durch einwandfreie Sterilisierung überhaupt nicht aufkommen können, wissen wir bestimmt. Sehr vorteilhaft ist es deshalb für jeden Fabrikanten, wenn er von Zeit zu Zeit sein Sterilisierverfahren bakteriologisch prüft. Beim Selbstherstellen von Konserven im Haushalt sind dieselben Maßnahmen zu befolgen, und wir können mit voller Überzeugung der Forderung zustimmen, daß für Kochschullehrerinnen praktische hygienisch-bakteriologische Kenntnisse auf Grund von Übungen verlangt werden. Auch die Lehrer und Lehrerinnen in Mädchenschulen sind hier einzuschließen.

3. Die Bakterien des Mehles und Brotes.

Bereits im Korne geht eine Einwanderung von Bakterien vor sich, deren Zahl natürlich bei der Verarbeitung des Kornes zu Mehl wesentlich vergrößert wird, denn im Gramm Roggenmehl befinden sich bis zu 30000 Keime.

Es darf uns deshalb nicht wundernehmen, daß eine einfache Mischung von Mehl und Wasser ein gärungsfähiges Gemenge darstellt, bei dem lebhafte Gasbildung eintritt, ein Vorgang, der als das „Aufgehen" des Teiges wohlbekannt ist. Eine dem Darmbewohner, dem Kolibazillus verwandte Art, Bacterium levans, ist in erster Linie beteiligt, dessen Säurebildung das Aufkommen anderer bakterieller Verunreinigungen einschränkt.

Für das Zustandekommen der Teiggärung, das heißt für das Wachstum der Bakterien im Teige, ist der Zuckergehalt des Mehles ein wichtiger Faktor.

Um die Gärungen zu beschleunigen, mischt man seit alters her Stoffe zu, die selber in Gärung sind, Most zum Beispiel, und reichert dadurch die Mikroorganismenflora bedeutend an. Eine andere Art der Beschickung des Teiges mit Gärstoffen war die, daß man von dem einmal in Gärung übergegangenen Teige kleine Mengen aufbewahrte und sie dem ungegorenen Teige zusetzte.

Diese Überbleibsel vom ersten Teige wandelten sich naturgemäß während der Aufbewahrung erheblich, sie wurden durch Säurebakterien sauer, und der neue Teig bekam einen eigenartigen Geschmack, eben den des Sauerteigs. Neben den Milchsäurebakterien kommen im Sauerteig auch Hefepilze vor, jedoch in geringerer Menge.

Die Benützung von Bierhefe als Zusatz zum Teige erfolgte wesentlich später, jedoch dürfen wir in der käuflichen Preßhefe keineswegs ein nur aus Hefezellen bestehendes Produkt betrachten, es sind in ihr zahlreiche Milchsäurebakterien enthalten.

Brot kann wie so manches andere Nahrungsmittel fehlerhafte Beschaffenheit annehmen, wobei es sich in der Regel um das Überwuchern irgendeiner Bakterie handelt. Das Schleimigwerden des Brotes beruht auf der Tätigkeit eines Kartoffelbazillus, dessen Wachstum durch höhere Wärmegrade begünstigt wird. Winters finden wir deshalb diesen Brotfehler nur selten.

Die Rötung des Brotes verursacht der Wunderbazillus, der im Stärkegehalt ja ein vorzügliches Hilfsmittel vorfindet, sein blutrotes Prodigiosin zu erzeugen.

Anhang.

Absorption. Dieses Wort wird abgeleitet von absorbieren. Absorbieren ist gleichbedeutend mit aufsaugen. Absorption heißt so viel wie Aufsaugung.

Agar. Agar ist eine Gallerte (schleimiger Stoff), die aus einem ostasiatischen Meeresgewächs (Tang) gewonnen wird.

Agglutination. Darunter versteht man das Zusammenballen von Bakterien, das sich in einer Häufchenbildung ausdrückt. Verursacht wird die Agglutination von bestimmten Stoffen, die den Namen Agglutinine führen.

Agglutinationsprobe ist die Prüfung von Blutflüssigkeit auf ihre Fähigkeit, bestimmte Bakterien zum Zusammenballen zu bringen.

Aktinomycesformen. Mit dem Namen Aktinomyces belegte man eine den Bakterien ähnliche Klasse von niederen Lebewesen, die sich aber dadurch wesentlich von den Bakterien unterscheiden, daß sie echte Verzweigungen aus ihrem stäbchenartigen Körper herauswachsen lassen und immer sporenbildend sind.

Aktive Immunität. Schutz des erkrankten Körpers durch Bildung von Gegengiften, welche die eingedrungenen Bakteriengifte aufheben können. Da nach der Gesundung noch übrige Bakteriengegengifte mehr oder weniger lange Zeit im Körper sein können, so ist dadurch ein Schutz gegen die Wiederholung der Krankheit gewährleistet.

Aldehyde. Darunter versteht man eine Klasse von chemischen Stoffen, die alle Kohlenstoff enthalten, der organischen Chemie demnach zuzuzählen sind.

Alexine. Bakterientötende Stoffe, die vom Blut gebildet werden.

Anärobier. Bakterien, die keinen Sauerstoff zum Leben benötigen. Arobier sind solche, die nur bei Sauerstoffanwesenheit gedeihen.

Animalcula. Kleine Tierchen.

Antagonistisch. Darunter versteht man die Erscheinung, daß gewisse Bakterien bei Anwesenheit von anderen Bakterienarten nicht gedeihen können, sondern von den letzteren unterdrückt werden.

Anthrazen. Ein Stoff, der aus Steinkohlenteer hergestellt wird und zur Fabrikation von wichtigen Farbstoffen dient.

Asporogen. Nichtsporenbildend.

Autan. Ein Gemisch von unwirksamem Formaldehyd und Metallsauerstoffverbindungen. Das Gemisch entwickelt durch Wasserzusatz wirksames Formaldehydgas.

Autoklav. Vorrichtung zum Keimfreimachen von verschiedenen Gegenständen unter Anwendung von hohen Temperaturen und Druck.

Bacillus botulinus. Der von van Ermengem entdeckte Wurstvergifter, der auch auf Gemüse und Fleisch gedeihen kann.

Bacillus butyricus. Zu den Buttersäureerregern gehörender Spaltpilz.

Bacillus clostridioides. Ein stäbchenförmiger Spaltpilz, der Sporen bildet, die bei 100 Grad zugrunde gehen.

Bacillus faecalis alcaligenes. Ein im Kot vorkommendes Bakterium, das dem Typhusbazillus ähnlich ist, jedoch keine krankheitserregenden Eigenschaften besitzt.

Bacillus putrificus. Der fäulniserregende Buttersäurebazillus, auch Kadaverbazillus genannt.

Bacillus pyocyaneus. Der Erreger der Grünfärbung von Eiter.

Bacillus radicicola. Wissenschaftliche Bezeichnung für die in den Wurzelknöllchen der Erbsen- und Bohnenpflanze vorkommenden Bakterien.

Bacillus syncyaneus. Der Erreger von blauen Flecken in der sauren Milch.

Bacillus ureae. Ein im Harn vorkommendes Lebewesen, das den Harnstoff vergären kann.

Bacillus vulgaris. Ein harnzersetzender Spaltpilz.

Bacterium coli. Ein im Kot des Menschen vorkommendes Kleinlebewesen, das der Form nach den Typhusbazillen ähnlich, sich von diesen jedoch durch die Züchtung unterscheiden läßt.

Bacterium fluorescens liquefaciens. Ein im Wasser häufig anzutreffendes Bakterium, das bei der Züchtung auf Gelatine diese verflüssigt und grünlich färbt.

Bakterizid. Bakterientötend.

Bombage. Die Erscheinung, daß die in Konserven gedeihenden Fäulniserreger gasförmige Stoffwechselprodukte erzeugen, welche in die Büchsen Beulen machen.

Bombieren. Siehe Bombage.

Clostridium Pasteurianum. Ein zu den Buttersäurebakterien gehörender, in der Erde vorkommender Spaltpilz, der freien Stickstoff verarbeiten kann.

Diplococcus pneumoniae. Der Erreger der Lungenentzündung.

Enzyme. Stoffe, welche Bakterien und Hefen auszuscheiden und chemische Veränderungen hervorzurufen vermögen.

Formaldehyd. Ein gasförmiger kohlenstoffhaltiger Stoff, der bakterientötende Eigenschaften hat.

Formalin. Die käufliche 40prozentige wässerige Lösung des Formaldehyds in Wasser.

Gonokokkus. Der Erreger des Trippers.

Granulose. Ein in gewissen Bakterien vorkommender stärkeähnlicher Stoff.

Granulobacillus saccharobutyricus immobilis liquefaciens. Der unbewegliche Buttersäurebazillus, der regelmäßig im Kuhkot anzutreffen ist. Er findet sich auch in der Milch, in der Butter, dem Boden, in Mehl, in menschlichem Kot, in Käse usw.

Granulobacillus saccharobutyricus mobilis non liquefaciens. Der bewegliche Buttersäurebazillus, auch in Erde, Wasser, Mehl, Käse vorkommend.

Haptophore Gruppen. Das Bakteriengift ist ein Gebilde, das nach der Ehrlichschen Seitenkettentheorie an seinen Enden zwei Bestandteile trägt, eine Gruppe, mit der es sich an das Eiweiß der Zellen anhaftet, die Haftgruppe oder haptophore Gruppe und eine Gruppe, durch die es seine Giftwirkung entfaltet, die toxophore Gruppe.

Heliotropismus. Die Erscheinung, daß sich die Pflanzen dem Lichte zuwenden oder abwenden (positiver und negativer Heliotropismus).

Immersionslinsen. Die an den Kleinsehern angebrachten geschliffenen Glasteile (Linsen), bei deren Handhabung zwischen dem zu untersuchenden Gegenstand und der Linse eine Flüssigkeit zu hängen kommt (Wasser oder Öl).

Indol. Ein aus Eiweiß bei der Fäulnis entstehender Stoff.

Inkubationsstadium. Der Zeitraum, der zwischen dem Eindringen des Krankheitserregers in den gesunden Körper und dem Ausbruch der Krankheit liegt.

Kontagiosität. Ansteckungsfähigkeit durch Ausscheidung von besonderen Stoffen, die der Träger der betreffenden Krankheiten sind.

Kresole. Kohlenstoffhaltige, der Karbolsäure (den Phenolen) verwandte Substanzen, die bakterientötende Eigenschaften haben.

Lamelle. Dünner zungenförmiger Metallstab.

Leguminosen. Pflanzenfamilie, welche als Frucht eine Hülse haben (Bohne, Erbse u. a.).

Leukozyten. Weiße Blutkörperchen.

Lipochrome. Farbstoffe, welche Fette enthalten.

Liquefaciens. Der Verflüssiger, allgemeine Bezeichnung für Bakterien, die Gelatine verflüssigen.

Lophotriche Bakterien. Bakterien, die an dem einen Ende ihres Körpers ein Büschel von Fortbewegungsorganen tragen.

Metallperoxyde. Verbindungen von Metallen und viel Sauerstoff.

Metatrophe Bakterien. Spaltpilze, die frei und auf Lebewesen schmarotzend vorkommen können.

Methämoglobin. Aus dem Blutfarbstoff, dem Hämoglobin, durch Sauerstoffanlagerung entstehender Stoff.

Micrococcus ureae. Erreger der Harnfäulnis, ein unbewegliches Stäbchen.

Monotriche Bakterien. Bakterien, die an einem Ende ihres Körpers ein einzelnes Fortbewegungsorgan tragen.

Nitragin. Düngemittel, das aus Stickstoffbakterien besteht.

Nitrifikation. Vorgang der Salpeterbildung durch Stickstoffbakterien.

Nitrifikationsbakterien. Bakterien, die eiweißhaltige Stoffe in Salpeter verwandeln können.

Nukleinsubstanzen. Eiweißähnliche Stoffe, die in den Zellkernen vorhanden sind.

Optimaltemperatur. Die für die Züchtung einer Bakterienart günstigste Wärme.

Oxyhämoglobin. Aus Hämoglobin und Sauerstoff entstehend, jedoch anders gebaut als das Methämoglobin.

Ozon. Sauerstoffgas, das aus gewöhnlichem Sauerstoff durch einen elektrischen Funken entsteht.

Pandemie. Die gleichzeitige Verbreitung einer Krankheit über ganze Länder.

Paratrophe Bakterien. Nur im Innern des lebenden Körpers vorkommende Bakterien.

Passive Immunität. Krankheitsschutz, durch Übertragen von Gegengiften auf einen gesunden Körper, die in einem von der Krankheit befallenen Organismus erzeugt wurden.

Peptone. Substanzen, die aus Eiweiß durch die Verdauung entstehen.

Peritriche Bakterien. Bakterien, welche rings um den Körper Fortbewegungsorgane tragen.

Peroxyde. Chemische Verbindungen, die aus Wasserstoffsuperoxyd hergestellt werden.

Phenol. Karbolsäure.

Photogen. Leuchtstoff, der sich in den Leuchtbakterien bildet.

Pleomorphie. Die Annahme, daß sich die Bakterien in ihren Formen beliebig verändern können.

Polymerisierter Formaldehyd. Formaldehyd hat die Eigenschaft, seine kleinsten Teilchen zu größeren Verbänden zusammenzuschließen, wodurch aus dem gasförmigen Formaldehyd ein weißes Pulver wird, das man als polymerisierten Formaldehyd bezeichnet.

Prodigiosin. Roter Farbstoff des Wunderbazillus.

Proteolytische Enzyme. Eiweißlösende Stoffe, welche die Bakterien teilweise ausscheiden und damit die Gelatine verflüssigen.

Proteus mirabilis.
Proteus vulgaris. } Die Erreger der Fäulnis.

Protoplasma. In allen Zellen des Tier- und Pflanzenleibes als Träger des Lebens vorhanden. Es ist ein eiweißhaltiger Stoff von verwickelter Zusammensetzung.

Prototrophe Bakterien. Bakterien, die nie auf Lebewesen schmarotzen.

Ptomatropin. Das durch den Wurstvergifter erzeugte Gift.

Pyocyanase. Aus den Kulturen des Grüneiterers erhältlicher Stoff.

Relative Konstanz. Die Erscheinung, daß Bakterien in ihren Formen eine verhältnismäßig große Unveränderlichkeit zeigen.

Resistenz. Widerstandskraft.

Rezeptoren. Teile des Protoplasmas, an denen das Bakteriengift sich anhaftet.

Saprogene Bakterien. Erreger der Fäulnis.

Saprophile Bakterien. Spaltpilze, die auf faulenden Stoffen sich gerne ansiedeln.

Sarcina lutea. Sarcine, welche gelben Farbstoff erzeugt.

Sarcinen. Runde Bakterien, die sich zu acht warenballenförmig zusammenschließen.

Schizomyceten. Spaltpilze. Andere Bezeichnung für Bakterien.

Seitenkettentheorie. Von Ehrlich aufgestellte Anschauung zur Erklärung der Bakterienwirkungen im lebenden Körper und dessen Verhalten bei der Abwehr.

Spirillum. Bakterienklasse, deren Vertreter einen gekrümmten Körper besitzen.

Spirochäte. Bakterien, deren Körper schraubenförmig gewunden ist.

Sputum. Menschlicher Auswurf.

Staphylokokken. Runde Bakterien, die haufenförmig zusammenliegen können.

Sterilisieren. Von Bakterien befreien (keimfrei machen).

Stickoxydhämoglobin. Aus Blutfarbstoff durch Stickoxyd, einer Verbindung von Stickstoff und Sauerstoff entstehend.

Streptococcus pyogenes. Der Erreger der Eiterung.

Streptokokken. Runde Bakterien, die perlschnurartig sich aneinanderreihen.

Symbiose. Zusammenleben zweier verschiedener Lebewesen, wobei beide voneinander Vorteile haben.

Synchanin. Der blaue Farbstoff, den das Blaumilchbakterium erzeugt.

Thermoregulator. Vorrichtung zur Regulierung der Wärme beziehungsweise der Gaszufuhr an Brutschränken.

Thermostat. Brutschrank, der ständig eine gleiche Temperatur in seinem Innern hat.

Trypsinogene Bakterien. Bakterien, welche das eiweißverdauende Trypsin ausscheiden. Trypsin ist auch im Darmsaft enthalten.

Typhusimmunitätsreaktion. Die Prüfung, ob Spaltpilze Typhusbazillen sind oder nicht, dadurch, daß man zu ihnen Blut bringt, das Typhusgegengifte enthält.

Vibrionen. Kommaförmige Spaltpilze.

Wasserstoffsuperoxyd. Bakterientötende Flüssigkeit, die aus Wasserstoff und Sauerstoff besteht.

Zellmembran. Haut, welche die Zellen umgibt.

Zoogloea. Bakterienhaufen, der durch schleimige Ausscheidungen der einzelnen Bakterien zusammengehalten wird.

Neben der in unserem Verlag seit 1886 erscheinenden **Internationalen Bibliothek**, die eine Sammlung größerer wissenschaftlicher Werke nationalökonomischen und historischen Inhalts und anderes umfaßt, geben wir unter dem Sammeltitel

Kleine Bibliothek

mehr kürzer gefaßte, populäre Darstellungen aus allen Wissensgebieten heraus, die eine Ergänzung der **Internationalen Bibliothek** bilden sollen.

Der Preis eines jeden Büchleins ist broschiert 75 Pfennig, gebunden 1 Mark. (Die Vereinsausgabe kostet 50 Pfennig.)

Von der **Kleinen Bibliothek** liegen bereits folgende Nummern vor:

Nr. 1. Braun, Adolf, Die Tarifverträge und die deutschen Arbeiter.

Nr. 2. Tscherewanin, A., Das Proletariat und die russische Revolution.

Nr. 3. Kautsky, Karl, Die Klassengegensätze in der französischen Revolution.

Nr. 4. Gorter, H., Der historische Materialismus. Aus dem Holländischen übersetzt von Anna Pannekoek.

Nr. 5. Duncker, Käte, Die Kinderarbeit und ihre Bekämpfung. Zweite, durchgesehene Auflage.

Nr. 6. Volkswirtschaftliche Grundbegriffe mit besonderer Berücksichtigung der ökonomischen Grundlehren von Karl Marx. Als Leitfaden für Unterrichtskurse von **Dr. Hermann Duncker.** Zweite, vermehrte Auflage.

Nr. 7. Plechanow, G., Die Grundprobleme des Marxismus. Autorisierte Uebersetzung von Dr. M. Nachimson.

Nr. 8. Ludwig Feuerbach und der Ausgang der klassischen deutschen Philosophie. Von Friedrich Engels. Mit Anhang: **Karl Marx über Feuerbach.** Vom Jahre 1845. Fünfte Auflage.

Nr. 9. Linke, Felix, Ist die Welt bewohnt? Eine Darstellung der Frage nach der Bewohnbarkeit anderer Weltkörper auf Grund unseres jetzigen Wissens von der Natur derselben und vom Leben.