



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>

24503439041



LANE MEDICAL LIBRARY STANFORD
G46 .I86 1904
Bakterienkunde, ein kurzer Leitfaden : f

BAKTERIENKUNDE

VON

Dr. ITZEROTT

646
-88
894



LANE

MEDICAL



LIBRARY

Mr.

In der Sammlung von

Abel's medizinischen Lehrbüchern

erschienen:

- Bakteriologie** von Dr. Jtzerott.
- Balneotherapie** von Dr. F. C. Müller. 1890. VIII und 452 Seiten. M. 7,75.
- Bauchrednerkunst** von Dr. Th. Flatau und Dr. H. Gutzmann. 1894. VI. 160 Seiten. M. 3,—.
- Allgemeine Chirurgie** von Dr. A. Krüche. Fünfte Auflage. 1892. X u. 496 Seiten mit 32 Abbildg. M. 6,75.
- Specielle Chirurgie** von Dr. A. Krüche. Achte Auflage. 1893. XII und 372 Seiten mit 50 Abbildungen. M. 6,75.
- Elektrotherapie** von Dr. R. H. Pierson u. Dr. A. Sperling. Sechste Auflage. 1893. XIV u. 420 Seiten mit 87 Abb. M. 6,75.
- Frauenkrankheiten** von Med.-R. Dr. C. G. Rothe. Dritte Auf. 1890. XII u. 404 Seiten mit 46 Holzschnitten. M. 6,75.
- Frauenpraxis**, 100 illustrierte Fälle aus der, von Dr. A. Auvaré; deutsch von Dr. A. Rosenau. 1893. 14 Bogen mit 11 sechsfarbigen, 54 zwei- und dreifarbigen und 35 einfarbigen Abbildungen. M. 6,—.
- Geburtshilfe** von Dr. J. H. Haake. Vierte Auflage von Dr. J. Donat. 1890. X und 343 Seiten. M. 6,75.
- Gerichtliche Medizin** von Dr. P. Guder. 1887. X und 319 Seiten. M. 5,75.
- Hautkrankheiten** von Dr. P. J. Eichhoff. 1890. X und 325 Seiten mit vielen Abbildungen. M. 6,75.
- Histologie** von Dr. Bannwarth.
- Hydrotherapie** von Dr. F. C. Müller. 1890. X und 568 Seiten mit 27 Abbildungen. M. 6,75.
- Innere Medizin** von Dr. H. Dippe. 1893. Mit Abbildungen und 1 bunten Tafel. VIII und 316 Seiten. M. 6,25.
- Kinderkrankheiten** von Dr. E. Schwechten. 1894. XII u. 259 Seiten. M. 5,—.
- Klimatotherapie** von Dr. F. C. Müller. 1894. VI u. 220 Seiten. M. 4,—.
- Krankendienst** von Dr. E. Guttman. 1893. VIII und 272 Seiten mit 45 Abbildungen. M. 4,75.
- Nervenkrankheiten** von Dr. P. J. Möbius. 1893. VIII und 188 Seiten. M. 4,50.
- Nieren-Chirurgie** von Dr. Paul Wagner. 1893. VIII u. 214 Seiten. M. 5,—.
- Psychiatrie** von Prof. Dr. E. Kraepelin. Vierte Auflage. 1893. XV und 702 Seiten. M. 14,25.
- Sexualkrankheiten** von Dr. G. Freitag. 1893. XII und 416 Seiten. M. 6,75.
- Suggestion und Hypnose** von Dr. Max Hirsch. 1893. VI und 209 Seiten. M. 3,75.
- Zahnheilkunde** von Jul. Parreidt. Zweite Auflage. 1891. VIII und 308 Seiten mit 70 Abbildungen. M. 6,75.

(Die Preise verstehen sich für gebundene Exemplare.)

In Vorbereitung:

Normale Anatomie. — Augenkrankheiten. — Gicht. — Hals-, Rachen- und Nasenkrankheiten. — Hygiene. — Ohrenheilkunde. — Physiologie. — Tierheilkunde.

Bakterienkunde

Ein kurzer Leitfaden
für Studierende und Ärzte

von
Dr. G. ¹⁸⁹⁹Itzerott
Kreiswundarzt in Werder a. Havel

Mit 48 Abbildungen



Leipzig
Verlag von Ambr. Abel (Arthur Meiner)
1894

LANE LIBRARY. STANFORD UNIVER

Übersetzungsrecht vorbehalten.

4746
I 88
1894

Vorwort.

Vorliegendes Buch verfolgt den Zweck, den Studierenden und dem praktischen Arzt eine kurze Übersicht über das gesamte Gebiet der Bakterienkunde zu ermöglichen. Die dem Buche beigegebenen Abbildungen in Holzschnitt und Autotypie nach selbsthergestellten Photogrammen dürften wohl dazu beitragen, dem Arzte bei seinen eigenen Untersuchungen einen Anhalt zu gewähren. Die pathogenen Keime haben besondere Berücksichtigung gefunden.

Ein Teil der Kapitel (Morphologie, Untersuchungsmethoden etc.) ist von Herrn Dr. F. Niemann, Assistenten des hygienischen Instituts in Berlin verfaßt, der mir dieselben freundlichst zur Veröffentlichung überließ, wofür ich demselben meinen besten Dank ausspreche.

Dem Zwecke eines Leitfadens entsprechend, blieben die Litteraturangaben fort.

März 1894.

Dr. Itzerott.

Inhalts-Verzeichnis.

	Seite.
I. Teil.	
Allgemeines	1
I. Morphologie und Biologie der Bakterien	1
Untersuchungsmethoden	5
II. Züchtungsmethoden	16
a. Die Herstellung der wichtigsten Nährböden	16
b. Das Anlegen von Bakterienreinkulturen	24
c. Modificationen des Koch'schen Plattenverfahrens	28
d. Die Züchtung der anaëroben Bakterienarten	29
Dauerkulturen	31
e. Die bakteriologische Untersuchung des Wassers, des Bodens und der Luft	32
II. Teil.	
Die saprophytischen Bakterien	36
1. Bacillus subtilis (Abbild.)	36
2. Bacillus Megaterium de Bary (Abbild.)	37
3. „ mesentericus vulgatus	38
4. „ mycoides	38
5. „ violaceus	38
6. „ indicus ruber.	39
7. „ cyanogenus	39
8. „ prodigiosus (Abbild.)	40
9. „ proteus vulgaris	41
10. „ acidi lactici (Abbild.)	42
11. „ aceticus	42

	Seite.
12. <i>Bacillus butyricus</i> Prazmowsky	42
13. „ <i>butyricus</i> Hueppe (Abbild.)	43
14. „ <i>butyricus</i> Botkin	44
15. „ <i>butyri viscosus</i>	44
16. „ <i>ureae</i>	44
17. „ <i>maximus buccalis</i>	44
18. <i>Leptothrix buccalis innominata</i>	45
19. <i>Bacillus fluorescens liquefaciens</i>	45
20. „ „ <i>non liquefaciens</i>	45
21. „ <i>phosphorescens</i>	45
22. <i>Mikrokokkus agilis</i>	46
23. „ <i>luteus</i>	46
24. „ <i>radiatus</i>	46
25. „ <i>candicans</i>	47
26. <i>Sarcina alba</i>	47
27. <i>Sarcina lutea</i>	47
28. „ <i>aurantiaca</i> (Abbild.)	48
29. <i>Spirillum undula</i> (Abbild.)	48
30. „ <i>concentricum</i>	48
31. „ <i>rubrum</i>	49
32. <i>Spirochaete plicatilis</i>	49
33. <i>Spirochaete dentium</i>	49
34. <i>Crenothrix Kühniana</i>	49
35. <i>Beggiatoa</i>	50
36. <i>Cladothrix dichotoma</i> (Abbild.)	50

III. Teil.

Die pathogenen Bakterienarten	51
Immunität und Blutserumtherapie	51
Die Isolierung und Reinzüchtung pathogener Bakterien	55
Der Tierversuch	56
Spezielles.	
Die wichtigsten parasitischen Bakterien	59
1. <i>Bacillus anthracis</i> (Abbild.)	59
2. Der Tuberkelbacillus (2 Abbild.)	62
3. <i>Bacillus der Hühnertuberkulose</i>	68
4. „ <i>Leprae</i>	69
5. Syphilis- und Smegmabacillen	69
6. <i>Bacillus Mallei</i>	70

Inhalts-Verzeichnis.

VII

	Seite.
7. Bacillus des malignen Ödems	72
8. „ tetani (Abbild.)	73
9. „ der Hühnercholera	74
10. „ der Kaninchenseptikämie	75
11. „ des Schweinerotlaufs	75
12. „ der Mäusesepitkämie (Abbild.)	76
13. „ des Mäusetyphus	77
14. „ der Schweineseuche	78
15. „ des Diphtherie	78
16. „ typhi (Abbild.)	79
17. Bacterium coli commune	81
18. Bacillus des Rhinosklerom	82
19. „ des Rauschbrandes (Abbild.)	83
20. Vibrio Cholerae	84
21. „ Metschnikoff	93
22. Spirillum tyrogenum (Abbild.)	94
23. Vibrio Proteus und Spirillum Milleri	95
24. Bacillus Neapolitanus	97
25. Vibrio aquatilis	97
26. „ Berolinensis (Abbild.)	98
27. „ Bonhoff.	99
28. „ Dunbar.	100
29. „ Danubicus (Abbild.)	100
30. Der Gonorrhökokkus (Abbild.)	100
31. Erysipelkokken (Abbild.)	102
32. Staphylokokkus pyogenes aureus (Abbild.)	103
33. „ „ albus	105
34. „ „ citreus	105
35. Streptokokkus pyogenes	105
36. Bacillus pyocyaneus	105
37. „ capsulatus	106
38. Mikrokokkus tetragenus	107
39. Pneumokokkus Friedländer (Abbild.)	107
40. Diplokokkus pneumoniae (Fränkel)	108
41. Rekurrensspirillen	109

Anhang.

Die Schimmel-Sproßpilze	111
A. Schimmelpilze	111
B. Sproßpilze	112

	Seite.
1. <i>Penicillium glaucum</i> (Abbild.)	114
2. <i>Aspergillus flavescens</i>	115
3. „ <i>fumigatus</i>	115
4. <i>Mucor mucedo</i>	115
5. „ <i>corymbifer</i> und <i>rhizopodiformis</i>	115
6. <i>Oidium lactis</i> (Abbild.)	116
7. <i>Trichophyton tonsurans</i>	116
8. <i>Achorion Schoenleinii</i> (Abbild.)	117
9. <i>Oidium albicans</i>	117
<i>Blastomyces</i> (Abbild.)	118
<i>Malariaplasmodien</i>	119
<i>Aktinomyces</i>	120

I. Teil. Allgemeines.

Morphologie und Biologie der Bakterien.

Das System der Bakterien, welches noch jetzt allgemein anerkannt wird, ist 1872 von Ferdinand Cohn aufgestellt worden. Nach der äußeren Form der Zellen teilt er die Bakterien ein in: Kugelbakterien (Kokken), Stäbchenbakterien (Bacillen) und Schraubnbakterien (Spirillen). De Bary veranschaulicht diese drei Hauptformen durch eine Billardkugel, einen Bleistift und einen Korkzieher.

Die *Bakterienzelle* besteht im wesentlichen aus zwei Teilen: dem Kern und der ihn umschließenden Hülle. Der Kern stellt einen Protoplasmakörper dar, der die Eigentümlichkeit besitzt, sich bei der Behandlung mit Anilinfarbstoffen zu färben. Die elastische oder starre Hülle (Membran) besteht höchst wahrscheinlich aus einem der Cellulose sehr nahe verwandten Körper. Im Wasser quellen die Membranen mehr oder weniger auf. Bei einigen Bakterienarten wird die Membran durch solche Wasseraufnahme in einen gallertähnlichen Zustand versetzt und es kommt hierdurch zur Verklebung größerer Mengen von Bakterienzellen, die mitunter zu dicken Häuten miteinander verbunden sind. Derartige Membranverquellung grosser Bakterienmassen bezeichnet man als Zoogloëa. Die Bakterienzellen enthalten durchschnittlich 80 % Wasser. Durch chemische Analyse waren in der Trockensubstanz Eiweiß (60 % im Durchschnitt), Kohlehydrat, Lecithin, Adenin, Guanin, Xanthin u. a. m. nachweisbar.

Die *Vermehrung* der Bakterien geschieht durch Spaltung der ursprünglichen Zelle in Mutter- und Tochterzelle.

Die Teilung der Zelle wird dadurch bewerkstelligt, daß dieselbe sich in die Länge streckt und sich so weit einengt, bis die Trennung vollständig erfolgt ist. Dieser Vorgang spielt sich in einer sehr kurzen Zeitspanne ab. Die Bacillen und Spirillen teilen sich nach einer Richtung und zwar nach der Längsrichtung, einige Kokkenarten teilen sich ebenfalls nach dieser Richtung. Sehr häufig entstehen hierbei kettenförmige Anreihungen der einzelnen Individuen, so bilden die Milzbrandbacillen gern solche Ketten. Die Kokken welche diese Form zeigen, nennt man danach Streptokokken. Bei einigen Kokken haften regelmäßig Mutter- und Tochterzelle zusammen, sie werden als Diplokokken bezeichnet. Bei haufen- oder traubenförmigen Anhäufungen von Kokken spricht man von Staphylokokken. Bei der Fortpflanzung nach zwei Richtungen hin bildet sich eine Form aus, die ein aus vier Individuen bestehendes Quadrat darstellt, man hat diese Form mit dem Namen Tetragenus belegt. Bei der Teilung nach allen drei Richtungen kommt es schließlich zu ballenartigen Anhäufungen von Bakterien, der Sarcineform.

Die Sporenbildung ist eine weitere Art der Fortpflanzung der Bakterien. Befinden sich Bacillen, nur bei diesen kommt Sporenbildung vor, in einem schon erschöpften Nährmedium, so steht ihnen der Untergang aus Nahrungsmangel bevor; ehe jedoch dieser eintritt, pflegen sie zur Sporulation zu schreiten; die Spore ist nämlich eine Dauerform, welche bedeutend resistenter ist als die Bacillen gegen chemische und physikalische Einflüsse und daher mit Leichtigkeit auf fast unbegrenzt lange Zeit hin einem den Bakterien verderblichen äußeren Einfluß ausgesetzt werden kann. Kommt dann die Spore einmal in günstige Verhältnisse, dann keimt sie auf dem geeigneten Nährboden aus. Das so entstandene Bakterium unterscheidet sich durch nichts von einem durch Teilung entstandenen und ist natürlich je nach den Verhältnissen in der Lage, Sporen zu bilden oder sich zu teilen. Bei der Sporenbildung eines Bacillus baucht sich die Membran an einer Stelle aus und nimmt daselbst gleichzeitig eine körnige Struktur an; mit der Zeit nimmt *der gebildete Kern* an Umfang zu und umgibt sich mit

einer festen Hülle. Das Bakterienprotoplasma zerfällt schließlich rings um die Spore und letztere erscheint jetzt bei mikroskopischer Betrachtung als ein hellglänzendes Kügelchen, welches die körnige Struktur vollkommen verloren hat. Tritt die Spore an einem Ende des Bacillus auf, so nennt man sie endogene Spore (Köpfchenbakterien); bildet sich in der Mitte des Bacillus eine Spore, so spricht man von mittelständiger Sporenbildung, als Spindel oder Klostridiumform bezeichnet man Bacillenarten, bei welchen eine starke Anschwellung der Membran in der Mitte erfolgt und sie somit gleichsam nach den Enden zugespitzt erscheinen.

Die Größe der Bakterien beträgt dem Längsmesser nach $0,10$ — $2,20 \mu$, das Gewicht eines einzelnen Individuums läßt sich durch Zahlen wohl kaum ausdrücken.

Die Beweglichkeit der Bakterien ist in zwei Gruppen zu teilen: 1) Alle Bakterien zeigen bei der Beobachtung durch das Mikroskop die Brownsche Molekularbewegung, welche bekanntlich allen kleinsten Partikelchen, die in einer Flüssigkeit suspendiert sind, zukommt. 2) Eine große Anzahl von Bakterien besitzt außerdem aber noch eine Eigenbewegung. Diese wird den Bakterien ermöglicht durch äußerst feine, ziemlich lange, fadenartige Anhänge der Zellen; zumeist befinden sich diese Gebilde an den Enden der Zellen, doch giebt es auch Bakterienarten, bei denen sich auch seitlich diese Gebilde, welche man Geißelfäden nennt, befinden. Bei allen Vibrionen, welche bis jetzt bekannt sind, finden sich Geißeln, ebenso besitzen sehr viele Bacillen diese Bewegungsapparate; bei den Kokken dagegen scheinen die Geißeln zu fehlen, was ja mit der Bewegungslosigkeit derselben übereinstimmen würde.

Die Bedingungen des Wachstums der Bakterien sind sehr mannigfache. Die Bakterien zerfallen nach dem Vorhandensein des Bedürfnisses nach freiem Sauerstoff und dem Fehlen desselben in zwei große Gruppen: 1) Die Aëroben, welche nur dann zur Entwicklung gelangen, wenn ihnen freier Sauerstoff in genügenden Mengen zugeführt wird, und 2) die Anaëroben, bei denen bei Gegenwart geringer Mengen Sauerstoff das Wachstum aufhört. Man bezeichnet

die oben geschilderten Aëroben und Anaëroben als obligate, zum Unterschiede von den fakultativen Aëroben und Anaëroben.

Die Nährböden der Bakterien müssen reich an Stickstoff sein; organische Körper, wie Eiweißstoffe, oder anorganische Verbindungen, wie Ammoniak, Salpetersäure können zur Abspaltung derselben dienen.

Die Reaktion des Nährsubstrates ist nicht ohne Einfluß auf die Entwicklung der Keime; während die einen eine schwache alkalische Reaktion zu ihrem Fortkommen benötigen, wie z. B. der Cholera vibrio, gedeihen andere nur bei neutraler oder schwach saurer Reaktion.

Die Temperatur, bei der Bakterien leben bestehen kann, ist eine sehr schwankende; die Bakterien sind zumeist empfindlicher gegen den Einfluß der Wärme, als gegen den der Kälte, $+50$ bis 60° bringen bei längerem Einwirken die Bakterienkulturen regelmäßig zum Absterben, während in einzelnen Fällen -110° keinen schädigenden Einfluß auf das Bakterienwachstum hervorzurufen im stande waren. Die Saprophyten gedeihen bei einer Temperatur von ca. $+20^{\circ}$ am besten, während für die Parasiten die Bluttemperatur am vorteilhaftesten ist.

Die Verbreitung der Bakterien ist eine außerordentlich ausgedehnte, überall hin dringen diese kleinsten Lebewesen; wir finden sie im Wasser, in der Luft und im Boden. Tiere und Pflanzen beherbergen unzählige Mengen von Bakterien auf ihrer Oberfläche und im Darmtraktus; bei krankhaften Zuständen dringen sie auch in das Blut und die Organe der Menschen und Tiere ein.

Die Stoffwechselprodukte, welche bei der chemischen Umsetzung der Nährböden durch die Bakterien, die man als Gährungs- oder Fäulnisprozesse bezeichnet, gebildet werden, sind teils gasförmige, teils feste Verbindungen. An solchen gasförmigen Verbindungen wurden beobachtet: Wasserstoff, Methan, Kohlensäure, Schwefelwasserstoff, Methylmercaptan, Ammoniak, Buttersäure, Valeriansäure und salpetrige Säure. Unter den festen Stoffwechselprodukten spielen die zumeist giftigen Ptomaine, auch Toxine genannt, die *hervorragende Rolle*. Es sind dies Eiweißkörper, welche sich

am besten und leichtesten in flüssigen Nährböden bilden. Das Kochsche Tuberkulin gehört in diese große Gruppe von Stoffwechselprodukten.

Die Sterilisation und Desinfektion bezwecken das Abtöten von Keimen, welche irgend einem Gegenstande anhaften oder einverleibt sind. Beim Keimfreimachen von Nährböden, chirurgischen Instrumenten, Kindermilch u. s. w. spricht man von Sterilisation, beim Vernichten der Keime in infizierten Kadavern, Kleidern, Wäsche u. s. w. von Desinfektion. Eine scharfe Grenze läßt sich zwischen diesen beiden denselben Zweck verfolgenden Verfahren nicht bilden. Man desinfiziert entweder auf physikalischem oder chemischem Wege. Der erstere besteht in der Anwendung hoher Temperaturen. Man läßt entweder längere Zeit hindurch eine trockene Hitze von mindestens 140°, 3—4 Stunden, auf den zu desinfizierenden Gegenstand einwirken, oder aber man bringt das Objekt in strömenden, ungespannten Wasserdampf von 100°. Schon nach kurzer Zeit sterben die widerstandsfähigsten Vegetationsformen bei Anwendung der zuletzt genannten Methode ab, die sich nicht nur überall in den Laboratorien, sondern auch im technischen Großbetriebe eingebürgert hat. Eine große Auswahl von Agentien zur Desinfektion auf chemischem Wege sind mit der Zeit bekannt geworden. Unerreicht steht bis jetzt das Quecksilberchlorid in seiner Wirkung da. 1‰ wässrige Lösung dieses Metallsalzes vernichtet in einigen Minuten unfehlbar die resistentesten Milzbrandsporen. Von den übrigen chemischen Desinfektionsmitteln, deren man mehrere Hundert kennt, seien nur einige der bekannteren genannt: Karbolsäure, Kreosot, Chlorwasser, Schwefelsäure, Salzsäure, Schwefelkohlenstoff, Chloroformwasser, Chamäleonlösung, Ätzkalk und Alkohol.

Untersuchungsmethoden.

Der Nachweis von Bakterien in gefärbtem oder ungefärbtem Zustande wird durch die mikroskopische Untersuchung geführt.

Das Mikroskop (Fig. 1) muß mit einem Ölimmersions-system versehen sein, welches zweckmäßig neben einem schwächeren Objektiv an einem Revolver befestigt ist. Der



Fig. 1. Mikroskop neuerer Konstruktion mit Abbé'schem Beleuchtungsapparat und Ölimmersion.

Tubus des Mikroskopes muß durch grobe Trieb- und Mikrometerschraube verstellbar sein. Der nicht zu kleine Objektisch ist am zweckmäßigsten beweglich zu wählen. Da ein Hohlspiegel allein zur Beleuchtung nicht ausreicht, muß unterhalb des Objektisches ein

Abbéscher Beleuchtungsapparat angebracht sein, und zwar so, daß der in einem bestimmten Abstand angebrachte Spiegel, der auf der einen Seite plan und auf der andern hohl geschliffen ist, seine Lichtstrahlen derartig auf die Linsencombination des Kondensators wirft, daß die größte Menge der kondensierten Lichtstrahlen auf den Ausschnitt des Objektisches fällt. Unterhalb des Kondensators ist eine Irisblende angebracht, welche zur Regulierung des Lichteinfallendes dient.

Die einfachste Art der Bakterienuntersuchung ist die der lebenden Keime im hängenden Tropfen. Zu diesem Zwecke hebt man mittelst ausgeglühter und dann erkalteter *Platinnadel*, die an ihrem unteren Ende ösenförmig gebogen

ist, einen Tropfen aus der bakterienhaltigen Flüssigkeit und bringt ihn auf ein geeignetes Deckgläschen, über dasselbe legt man dann vorsichtig einen hohlgeschliffenen Objektträger, dessen Höhlung man mit etwas Vaseline be-



Fig. 2. Feuchte Kammer, bestehend aus hohlgeschliffenen Objektträger mit Deckglas.

strichen hat, so daß die Höhlung von dem Deckgläschen bedeckt ist. Jetzt kehrt man den Objektträger schnell um, bringt ihn nun unter Mikroskop und sucht mit einem schwächeren System den Rand des nunmehr in die Höhlung hineinragenden Tropfens aufzufinden; ist dies gelungen, so bringt man einen Tropfen Cedernöl auf das Deckglas, schaltet das Immersionsystem ein und dreht es mittelst des Triebes vorsichtig so weit herunter, bis es eben in das Cedernöltröpfchen, welches als lichtbrechendes Medium zwischen Objekt und Objektiv eingeschaltet wird, eintaucht.

Bei der Beobachtung ungefärbter Präparate muß man sehr stark abblenden, so daß nur einige centrale Lichtstrahlen auf das Objekt fallen; bei Nichtbeachtung dieser Vorschrift geht durch die eindringenden Randstrahlen das Strukturbild verloren. Jetzt dreht man die Mikrometerschraube so lange hin und her, bis man ein scharfes Bild der in dem Tropfen schwimmenden Bakterien erhält.

Die Beobachtung der lebenden Bakterien im hängenden Tropfen ist trotz ihrer vielen Vorzüge nicht ausreichend, um uns auch mit den Formeneigentümlichkeiten der Bakterien bekannt zu machen, die große Beweglichkeit vieler Keime hindert uns schon von vornherein, dieselben einer eingehenden Betrachtung zu unterziehen. Der hängende Tropfen läßt sich auch auf keinerlei Weise konservieren, in kurzer Zeit trocknet er ein und ist somit für wiederholte Untersuchung in späterer Zeit untauglich geworden.

Das gefärbte Deckglaspräparat tritt an Stelle des hängenden Tropfens, wenn es darauf ankommt Form und Größe der Bakterienzellen zu studieren und gleichzeitig

auch noch ein Dauerpräparat herzustellen, denn die Deckglaspräparate sind nach dem Färben mit Anilinfarbstoffen und Einschließen in Kanadabalsam auf lange Zeit haltbar. Das Verfahren der einfachen Bakterienfärbung ist folgendes: Ein Deckgläschen wird mit Alkohol gereinigt, schwach über der Flamme erwärmt und in eine federnde Deckglasklemme gebracht; mittelst einer ausgeglühten und erkalteten, vorn zur Öse gebogenen Platinnadel bringt man ein Tröpfchen des flüssigen Untersuchungsmaterials (Eiter, Blut, Wasser) auf das Deckgläschen und verteilt dasselbe hier mit der Platinnadel äußerst fein und gleichmäßig. Soll ein festes Material, z. B. eine Agar- oder Kartoffelkultur untersucht werden, so verteilt man eine Öse der Materials in einem auf einen reinen Objektträger gebrachtes Tröpfchen sterilisierten Wassers und nimmt zur Untersuchung von dieser Aufschwemmung eine Öse voll. Das nun so beschickte Deckgläschen läßt man entweder lufttrocken werden, oder aber man hält es einige Sekunden in angemessener Höhe über die Flamme des Mikrobrenners, wobei man darauf zu achten hat, daß die Temperatur der Deckgläschenflüssigkeit 60° nicht übersteigt. Bei höheren Temperaturen quellen die Bakterienzellen entweder auf, oder aber schrumpfen zusammen und geben bei der Besichtigung unter dem Mikroskop verzerrte, leicht zu Irrtümern führende Bilder. Nachdem das Deckglas lufttrocken geworden ist, zieht man dasselbe 2—3 mal mit mäßiger Schnelligkeit durch die Flamme des Brenners und fixiert so die eiweißhaltigen Bakterienzellen auf die Glasfläche. Wenn eine leichte Bräunung des am Deckgläschen haftenden Bakterienmaterials eingetreten ist, muß das Präparat verworfen werden, da dann durch die zu starke Erhitzung Zerstörungen der Zellen stattgefunden haben.

Jetzt bringt man eine der unten näher beschriebenen Farblösungen, welche man zweckmäßig in Fläschchen aufbewahrt, deren Kork durchbohrt ist und eine kleine Pipette zum Auftropfen des Farbstoffes trägt, auf das Deckgläschen. Die Farblösung muß das Deckglas mit der Klemmpincette vollkommen bedecken, auch ist darauf zu achten, daß man *die infizierte Seite nicht* mit der anderen verwechselt. Die

Färbung kann auch in einem mit der Farblösung beschickten Uhrsälchen so vorgenommen werden, daß man das Deckglas mit der bakterienhaltigen Seite nach unten darauf schwimmen läßt. Nach 2—5 Minuten ist die Färbung vollendet und man befreit nun das Deckglas von dem überflüssigen Farbstoff durch Abspülen mit Wasser. Wenn das Wasser ungefärbt abfließt, ist genügend abgespült und man schreitet zur Abtrocknung des Deckglases mit Fließpapier. Ein mehrmaliges, vorsichtiges Auftupfen mit demselben genügt um das Deckglas zu trocknen. Giebt man jetzt einen Tropfen destillierten Wasser auf einen Objektträger und legt das Deckglas darauf, so ist das Präparat fertig zur Untersuchung. Man wird jedoch in den meisten Fällen gleich zur Anfertigung eines Dauerpräparates schreiten, zumal es nicht mehr Mühe erfordert. Statt des Wassertropfens bringt man ein Tröpfchen Kanadabalsam auf den Objektträger und drückt das Deckgläschen durch einen übergelegten Streifen Fließpapier gleichmäßig auf.

Hat man zu viel Kanadabalsam in Anwendung gebracht, so tritt derselbe an den Rändern des Deckglases hervor, man beseitigt diesen Überfluß durch Abtupfen mit Fließpapier, welches in Chloroform oder Xylol getaucht wurde. Bei der mikroskopischen Untersuchung der gefärbten Präparate ist noch zu beachten, daß diese nicht wie die ungefärbten Strukturbilder mit der engen Blende betrachtet werden dürfen, vielmehr ist die Irisblende soweit als möglich zu öffnen, damit die Beleuchtung mit vollem Kondensor stattfindet; hierdurch werden die ungefärbten Partikelchen fast unsichtbar, das Strukturbild verschwindet und das Farbenbild kommt zur Geltung.

Die Anilinfarbstoffe zerfallen in basische und saure, die ersteren färben fast ausnahmslos die Bakterienzellen, während die letzteren nur eine Kernfärbung bewirken. Methylblau, Methylviolett, Gentianaviolett, Fuchsin und Bismarckbraun sind die wichtigsten basischen, Safranin, Eosin und Säurefuchsin die hauptsächlichsten sauren Anilinfarben. Außer den Anilinfarben benutzt man noch verschiedene Pflanzenfarbstoffe zur Bakterientinktion, so z. B. *Hämotoxylin*, *Carmin*.

Man bereitet sich von den Anilinfarbstoffen zunächst eine Stammflüssigkeit, indem man absolutem Alkohol soviel Farbstoff in Substanz hinzufügt, bis eine gesättigte Lösung entsteht, man schüttelt diese mehrere mal gut um, läßt die am besten von dunklem Glase hergestellte Aufbewahrungsf Flasche einen Tag stehen und filtriert dann die Lösung durch ein Faltenfilter. Von dem Filtrat stellt man sich die verdünnten, zur Färbung der Bakterienzellen etc. geeigneten Lösungen so her, daß man 1 Teil desselben mit 4 Teilen Wasser verdünnt.

Die Aufbewahrung der verdünnten Lösungen geschieht am besten in kleinen Flaschen von ca. 20 cem Inhalt, deren Kork eine Pipette trägt, auch kleine Flaschen mit Tropfenzähler sind zu verwenden. Die verdünnten Lösungen sind nur beschränkte Zeit haltbar, nach 2—4 Wochen zersetzen sie sich, man erkennt dies daran, daß die Flüssigkeit nach und nach farblos wird und einen starken Bodensatz von ausgeschiedenem Farbstoff bildet.

Das Färbungsvermögen der Anilinfarbstoffe ist verschieden in der Intensität. Am schwächsten wirkt Methylenblau ein, selbst bei längerem Einwirken dieses Farbstoffes ist ein Überfärben nicht zu befürchten. Eine stärkere Färbekraft besitzen das Gentianaviolett und Methylviolett. Wenig Anwendung findet das Bismarekbraun wegen seiner schwachen, undeutlichen Färbung, nur in der Mikrophotographie hat es sich infolge seiner spektroskopischen Eigenschaften unentbehrlich gemacht. Den Anilinfarbstoffen werden vorteilhaft in einigen Fällen sogenannte Beizen, wie die essigsäure Thonerde und das Alaun hinzugefügt, um die Färbekraft zu erhöhen. Mit manchen Beizen, Ferrotannaten, Pikrinsäure, Chromsäure werden die Objekte vor der Färbung behandelt, um dadurch das Eindringen des Farbstoffes in die Zellen zu beschleunigen und eine intensive Färbung herbeizuführen. Löffler empfiehlt folgende Ferrotannat-Beize:

Ferrotannat, Campecheholzdekokt ää, + $\frac{1}{4}$ kryst. Karbolsäure.

Zur Verstärkung der Farben wird vielfach auch die *Kalilauge* gebraucht, namentlich Methylenblau in Verbin-

dung mit Kalilauge besitzt eine ausgezeichnete Färbekraft und liefert sehr schöne Farhbilder. Von Löffler wird folgende starke Methylenblau-Lösung mit Kalilauge angegeben:

30 ccm konz. alkohol. Lösung von Methylenblau,
200 ccm dest. Wasser,
100 ccm einer 0,01% Kalilauge.

Eine schwächere Methylenblaulösung ist die Kochsche:
1 ccm konz. alkohol. Lösung von Methylenblau,
200 ccm dest. Wasser,
0,2 ccm einer 10% Kalilauge.

Eine der Kalilauge ähnliche Wirkung haben die Karbolsäure und das Anilinwasser. Mit Karbolsäure versetzt ist die vielfach zu verwertende Ziehl'sche Lösung, welche eine große Haltbarkeit und starkes Tinktionsvermögen besitzt, sie wird nach folgender Formel dargestellt:

100 gr Aq. dest.
5,0 Acid. carbol. cryst.
10,0 Alkohol.
1,0 Fuchsin.

Von Ehrlich ist eine Anilinwasserfuchsin- oder Gentianaviolett Mischung angegeben worden, die man darstellt indem man zu 100 ccm Wasser, 5 ccm Anilinöl setzt, einige Zeit kräftig durchschüttelt, bis das Öl im Wasser fein verteilt ist und dann durch ein Faltenfilter filtriert. Zu dem klaren Filtrat setzt man alsdann 11 ccm konz. Fuchsin- oder Gentianaviolettlösung. Die Lösung muß ca. 24 Stunden stehen ehe sie benutzt wird, da sich in der Flüssigkeit ein feiner Farbniederschlag befindet, der vor dem Absetzen störend auf das Bild des Präparates einwirken würde.

Während zur Entfernung der mit den einfachen Farblösungen behandelten Objekte Wasser genügt, muß zur Entfernung des überflüssigen Farbstoffes bei der Färbung mit den verstärkten Lösungen mit Wasser verdünnter Alkohol, verdünnte Essigsäure, oder angesäuerter Alkohol angewendet werden. Die Essigsäure wendet man in Lösungen von 1:500 an.

Katzer giebt für saueren Alkohol folgendes Rezept:

100 ccm 90% Alkohol,

200 ccm Wasser,

20 Tropfen konz. Salzsäure.

Sporenfärbung. Man streicht wie gewöhnlich das sporenhaltige Bakterienmaterial auf ein Deckgläschen aus, trocknet und fixiert. Hierauf bringt man das Deckglas in eine mit Ziehlscher Fuchsinlösung gefüllte Uhrschale und erhitzt dieselbe ca. eine Stunde lang auf 80—90°. Bei dieser lang andauernden Erhitzung werden nicht nur die Bakterienzellen intensiv gefärbt, sondern auch die gegen das Einwirken von Farbstoffen sehr resistenten Sporen, werden von dem Fuchsin durchdrungen und somit tingiert. Um den Farbstoff aus den Bakterienzellen zu entfernen, läßt man auf das Deckglas kurze Zeit verdünnten, salzsauren Alkohol einwirken. Man sieht dann die Sporen als schön rot gefärbte Körnchen, denn sie haben den Farbstoff an den salzsauren Alkohol noch nicht abgegeben, je länger nämlich ein Farbstoff auf das Bakterien- resp. Sporenmaterial einwirken muß um eine Färbung, desto länger dauert es auch bis eine Entfärbung durch die geeigneten Agentien eintritt. Man kann nun mit Leichtigkeit noch durch Nachfärben des Präparats mit Methylenblau eine Gegenfarbe anbringen, es erscheinen dann die Bakterien schön blau, während sich die Sporen als rote Gebilde davon abheben. Zum Studium dieser Methode eignet sich am besten sporenhaltiges Material vom Heubacillus oder Milzbrand. Schneller zum Ziele führt eine neuere, ausgezeichnete Präparate gebende Methode, welche Günther angiebt. Man erhitzt das mit dem sporenhaltigen Material beschickte Deckgläschen in einer mit Anilinwasser-Fuchsin-Lösung gefüllten Uhrschale über einer kleinen Flamme so lange, bis eben in der Flüssigkeit Blasen aufzusteigen beginnen, jetzt entfernt man die Flamme unter dem Schälchen, läßt eine Minute verstreichen und wiederholt dann noch ca. 5 mal in dieser Weise das Erhitzen und läßt 5 mal je 1 Minute lang die Uhrschale ohne Flamme stehen.

Die Geißelfärbung. Nach den Angaben von Löffler *wird das Material möglich frei von Eiweiß und Leimstoffen*

in äußerst dünner Schicht auf dem sorgfältig gereinigten Deckgläschen verteilt und nach dem Trocknen desselben an der Luft dreimal schnell durch die Flamme gezogen. Jetzt giebt man die Beize auf das Deckglas und erwärmt über der kleinen Flamme so lange bis die Beize schwach anfängt zu dampfen. Man hat darauf zu achten, daß das Deckgläschen vollständig mit der Beizflüssigkeit bedeckt ist, da sonst leicht durch Eintrocknen und Anbacken der Beize das Präparat mißlingt. Nach dem Erhitzen wird die Beize sorgfältig mit Wasser abgespült, das Deckglas getrocknet und mit 6—10 Tropfen frisch filtrierter schwach alkalischer Anilinwasser-Fuchsinlösung bedeckt. Es folgt nun nochmals eine schwache Erwärmung des Deckglases, dann Abspülen mit Wasser, Trocknen und Einbetten in Kanadabalsam. Man stellt sich die Beize so her, daß man zu 20 ccm einer 20% wässrigen Tanninlösung 10 ccm einer gesättigten Ferrosulfatlösung setzt und noch 6—8 ccm einer Campecheholzabkochung (1 : 8) hinzusetzt.

Es ist empfehlenswert das Material, welches man zur Geißelfärbung benutzen will, erst in hängenden Tropfen auf seine Beweglichkeit zu prüfen, fehlt diese oder ist sie nur in geringeren Maße vorhanden, so ist der Versuch einer Geißelfärbung aussichtslos. Frisch angelegte Kulturen, die 24 Stunden bei 24—28° C. gestanden haben, eignen sich am besten zur Geißelfärbung. Zweckmäßig legt man gleich eine größere Anzahl von inficierten Deckgläsern in die Beize und behandelt sie nach obigen Angaben weiter, denn durchaus nicht jedes nach Vorschrift behandelte Deckglas gelingt, unter 25 Deckgläsern befinden sich gewöhnlich nur eins, höchstens aber zwei oder drei, die deutlich die Geißelfärbung zeigen. Am leichtesten gelingt diese Färbung bei den großen Spirillen, z. B. *Spirillum undula*, schwieriger ist es, gute Geißelpräparate von Typhus- oder Cholera bacillen zu erhalten.

Die Gramsche Färbungsmethode, oder besser gesagt Entfärbungsmethode, beruht im Prinzip auf der Bildung einer organischen Jodverbindung, welche die Anilinfarbstoffe auf Zugabe von Jod bilden, die von den meisten Bakterien festgehalten wird, während das Gewebe beim

Auswaschen dieselbe leicht wieder abgiebt. Sowohl Schnitte als auch Deckglaspräparate können dem Gramschen Entfärbungsverfahren unterworfen werden. Die Schnitte oder Deckgläser werden in einem Uhrschälchen, welches mit Anilinwasser-Gentianaviolettlösung gefüllt ist bis zum Aufsteigen von Blasen erhitzt und dann sofort in die Jodlösung gebracht; nachdem mehrere Minuten verstrichen sind, legt man die Objekte in ein Schälchen mit Alkohol und erneuert letzteren so oft als er noch durch Farbstoff von den Objekten gefärbt erscheint. Jetzt hebt man die Deckgläser oder Schnitte aus dem Alkohol heraus und bringt nach der gewöhnlichen Färbemethode als Gegenfarbe Picrokarmin oder bei Blutpräparaten Eosin an. Die Bakterien haben dann — vorausgesetzt, daß sie nicht zu denjenigen gehören, welche sich nach der Gramschen Methode entfärben — die violette Farbe des Gentianaviolett angenommen, während das Gewebe oder die Blutkörperchen rot erscheinen.

Günther hat das Gramsche Verfahren vorteilhaft dadurch modifiziert, daß er die Objekte zunächst nur $\frac{1}{2}$ Minute in Alkohol liegen läßt, dann zur weiteren Entfärbung 10 Sekunden in 3% Salzsäurealkohol bringt und schließlich wieder einige Minuten bis zur vollständigen Entfärbung in Alkohol bringt.

Die Zusammensetzung der Gramschen Jodlösung ist folgende:

Jod 1, Kali jodat. 2, Aqua dest. 300.

Es sei hier noch darauf hingewiesen, daß durchaus nicht alle Farbstoffe Anwendung für die Gramsche Methode finden können, nur die Pararosaniline (Gentiana- und Methylviolett) sind hierzu geeignet. Da sich einige der bekannten Bakterien nach der Gramschen Methode nicht färben, daß heißt den Farbstoff leicht wieder bei der Alkoholbehandlung abgeben, kann man diese Eigentümlichkeit hauptsächlich bei den pathogenen Keimen diagnostisch verwerten. Nach Gram entfärben sich folgende pathogenen Bakterien: Der Typhusbacillus, der Rotzbacillus, der Rauschbrandbacillus, der Bacillus des malignen Ödems, der Friedländersche Pneumoniebacillus, der Vibrio der asiatischen

Cholera, der Gonorrhoeokokkus, das Spirillum des Rekurrenzfiebers und die Bacillen der Hühnercholera und Kaninchen-septikämie.

Die Untersuchung von Gewebsschnitten auf Mikroorganismen wird am besten nach geeigneter Färbung der Schnitte vorgenommen. Man kann jedoch auch in den ungefärbten Schnitten Bakterien beobachten, wenn man den Schnitt mit einigen Tropfen verdünnter Kalilauge durchtränkt; da das Gewebe viel weniger resistent gegen die Einwirkung verdünnter Alkalien ist als die meisten Bakterien, so treten die Bakterien in dem deformierten und zerstörten Gewebe ziemlich deutlich hervor, aber auch sie leiden häufig unter dem Einfluß des Alkalis und wird man gut thun neben den ungefärbten Schnittpräparate auch tingierte zu untersuchen. Um Organe etc. zu feinen Schnitten zu verarbeiten, müssen dieselben erst gehärtet werden. Am besten geschieht die Härtung in absolutem Alkohol, in welchen man zu diesem Zweck kleine Stücke des zu untersuchenden Materials einlegt. Der Alkohol entzieht den Organen das Wasser und härtet sie hierdurch. Zweckmäßig ist es, die Organteile durch einen Faden so in dem Alkohol zu befestigen, daß sie sich unweit seiner Oberfläche befinden, hier ist stets absoluter Alkohol vorhanden, während der mit Wasser gesättigte infolge seines höheren spezifischen Gewichtes zu Boden sinkt. In zwei bis drei Tagen sind die Organe genügend gehärtet und man klebt nun die einzelnen Stückchen mittelst Gummi arabicum oder einem von C. Fränkel angegebenen Gemisch von 1 Teil Gelatine, 2 Wasser, 4 Glycerin (in der Wärme gelöst und aufgeköcht) auf eine Korkschiicht fest und bringt den so armierten Korken noch einmal für mehrere Stunden in absoluten Alkohol. Jetzt ist das Objekt fertig zum Schneiden, dies geschieht auf dem Mikrotom, dessen Messer vor dem Gebrauch mit Alkohol angefeuchtet werden muß, die Schnitte werden mittelst eines feinen Haarpinsels in ein Schälchen mit Alkohol gebracht und können nun gefärbt werden. Handelt es sich darum, besonders feine Schnitte zu erhalten, so legt man die gehärteten Organstückchen in Paraffin ein und schneidet sie in dieser

Einbettung auf dem Mikrotom. Die Schnitte müssen darauf in Xylol oder Chloroform gebracht werden, um das Paraffin zu entfernen, das Chloroform oder Xylol extrahiert man dann in Alkohol, der mehrere Male gewechselt wird. In neuerer Zeit kommt vielfach eine von Schiefferdecker angegebene Einbettungsmethode in Anwendung. Die Organe werden erst wie gewöhnlich gehärtet und dann für mehrere Tage in eine Auflösung von Celloidin in gleiche Teile Alkohol und Äther gelegt. Nach Verlauf dieser Zeit ist das Gewebe vollkommen von Celloidin durchdrungen und nun wird das Organstück aus der Celloidinlösung herausgenommen und mit einigen Tropfen derselben auf einem Korken befestigt. Jetzt kommen die Organstücke samt Korken nach einigen Minuten auf zwei Tage in einen ca. 50% Alkohol, in dem das Objekt eine solche Festigkeit annimmt, daß es auf dem Mikrotom in feinste Schnitte zerlegt zu werden vermag. Die mit einem zarten Celloidinüberzug versehenen Schnitte werden nun wie üblich gefärbt.

Zur Färbung von Schnitten eignet sich vorzüglich die Löfflersche Methylenblaulösung mit Zusatz von Kalilauge.

Die Zusammensetzung dieser Lösung geschieht nach folgendem Rezept:

30 ccm konz. alkohol. Methylenblaulösung
100 ccm Kalilauge (1 : 10000).

II. Züchtungsmethoden.

a) Die Herstellung der wichtigsten Nährböden.

Zu den vornehmsten Aufgaben der Bakteriologie gehört die Gewinnung von Reinkulturen. Nur in den selteneren Fällen bieten sich uns in der Natur die Bakterien in Reinkulturen dar, meistens haben wir Gemische von vielen Bakterienarten vor uns, aus denen dann der eine oder der andere Keim isoliert werden soll. In früheren Zeiten, wo *man nur mit den flüssigen Nährböden arbeitete*, war dies

eine ziemlich schwierige Aufgabe, denn die vielen technischen Schwierigkeiten, welche sich bei ihrer Anwendung dem Bakteriologen in den Weg stellten, waren nur zu oft unüberwindlich. Erst als Koch die festen und durchsichtigen Nährböden einführte, konnte die Bakteriologie zu ihrer heutigen Bedeutung gelangen und in so kurzer Zeit unverhältnismäßig an neuen Thatsachen bereichert werden. Während früher bei dem Anlegen von Bouillonverdünnungen nie für Reinheit der Kulturen gebürgt werden konnte, ist es jetzt ein leichtes bei einiger Übung auf den festen Nährböden die isoliert wachsenden Bakterienkolonien einzeln abzuimpfen und sich so Reinkulturen anzulegen. Von den in Betracht kommenden Nährböden sind es drei, welche hauptsächlich angewendet werden und gewissermaßen die Grundlage und den Ausgang auch für alle kombinierten Nährböden bilden, die Nährbouillon, die Gelatine und Agar. Als unbedingt für das Wachstum der Bakterien notwendige Zusätze zu diesen organischen Substanzen hat man die anorganischen Salze erkannt, Kochsalz, Phosphatsalze etc. dürfen in keinem Nährsubstrat fehlen. Kleine Mengen anorganischer Bestandteile sind ja meist schon in den organischen Nährböden vorhanden, vor allem in der Fleischbouillon, doch wird meist noch Zusatz notwendig.

Die Darstellung der Nährbouillon. 500 g kleingehacktes mageres Rindfleisch werden mit 1000 ccm Wasser übergossen und nach 24 stündigem Stehen an einem kühlen Ort durch ein Leintuch gepreßt, die Flüssigkeit wird mit Wasser auf 1000 ccm aufgefüllt. Hierzu giebt man noch 10 g Pepton siccum und 5 g Natriumchlorid. Um die Flüssigkeit von den Eiweißkörpern, dem Hämoglobin und einigen anderen koagulierbaren Extraktivstoffen zu befreien, kocht man auf dem Drahtnetz über der freien Flamme oder im Dampftopf ca. 1 Stunde lang die Flüssigkeit in einem Glaskolben. Die Bouillon wird noch heiß durch ein Faltenfilter filtriert und ihre schwach saure Reaktion durch vorsichtiges Zusetzen einer verdünnten Natriumkarbonatlösung neutralisiert, die Reaktion wird mittelst Lackmuspapier festgestellt, bei neutraler Reaktion muß ein Tropfen der Bouillon auf rotem Lackmuspapier eine bald wieder verschwindende Blau-

färbung hervorrufen, erscheint diese nicht oder hält sie dauernd an, so ist die Bouillon entweder noch schwach sauer oder schon zu stark alkalisiert. Die Bouillon muß



Fig. 3. Dampfsterilisierungsapparat nach R. Koch.

jetzt goldgelb gefärbt und vollkommen klar sein, sollte noch eine schwache Trübung vorhanden sein, die von verteilten Eiweißkoagula herrühren kann, so setzt man das Weiße eines Hühnereies zu der Bouillon, kocht noch einmal eine halbe Stunde lang und filtriert dann, jetzt wird die Bouillon klar durch das Filter laufen und sich auch beim Erkalten nicht trüben. Die Bouillon wird jetzt in Reagensgläser gefüllt, welche man zuvor mit der Bürste und heißem Wasser gesäubert, mit einem dicht schließenden Wattepfropfen versehen und in einem Drahtkorb in dem Heißlufttrockenschrank (Fig. 5) $\frac{3}{4}$ Stunden lang bis $140-150^{\circ}$ sterilisiert hat. Man gießt in jedes dieser Reagensgläser ca. 10 ccm Bouillon, es ist beson-

ders darauf zu achten, daß nach dem Einfüllen derselben der Wattebausch wieder fest in den Hals des Glases eingedrückt wird.

Hat man eine grössere Anzahl von Reagensröhrchen auf diese Art vorbereitet, so stellt man sie in einen Dampftopf einsatz, einem runden Blechgefäß, (Fig 4) dessen Boden mit Watte bedeckt wird, um die Gläser vor dem Zerbrechen zuschützen. Diesen Einsatz bringt man dann für 20

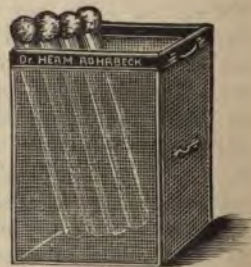


Fig. 4. Drahtkorb zur Aufnahme der Reagensgläser.

bis 30 Minuten in den strömenden Dampf des Kochschen Dampftopfes (Fig. 3). Nach dem Entfernen aus dem Dampftopfe läßt man die Bouillonröhrchen bis zum nächsten Tage kalt stehen und bringt sie dann wieder auf 25 Minuten in den strömenden Dampf. Am dritten Tage wiederholt man schließlich noch einmal diese Manipulation und nach dem Abkühlen sind jetzt die Bouillonröhrchen fertig zum Gebrauch. Durch diese hier angewendete diskontinuierliche Sterilisation wird eine absolut sichere Abtötung der in der Nährbouillon vorhandenen Keime erzielt. Die Bakterienzellen als solche gehen schon bei der ersten Erhitzung zu Grunde, nur etwa vorhandene Dauersporen können ihre Keimfähigkeit bewahrt haben, sie werden nach dem Abkühlen der Bouillon auskeimen und werden dann mit Sicherheit der zweiten und dritten Sterilisation erliegen.

Will man sich eine größere Menge von Bouillon in einem Kolben aufbewahren, so sterilisiert man ihn diskontinuierlich, wie oben angegeben, nur mit dem Unterschiede, daß man ihn jedesmal $\frac{3}{4}$ Stunde dem Dampfe aussetzt, infolge der größeren Flüssigkeitsmenge dauert es nämlich entsprechend länger, bis die zum Abtöten der Bakterien notwendige Hitze sich dem gesamten Kolbeninhalte mitgeteilt hat und somit zur Entfaltung ihrer Wirkung gelangt.

Die Darstellung der Fleischextraktbouillon. Man löst 8 g Liebig's Fleischextrakt in einem Liter kochenden

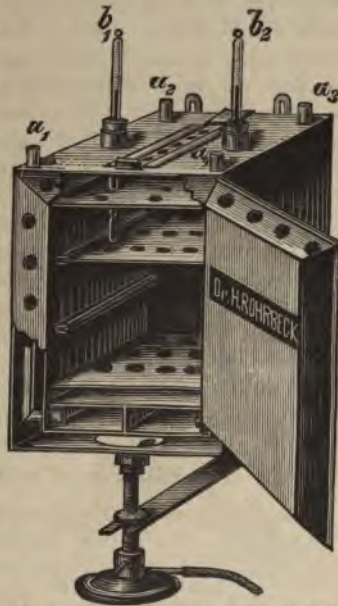


Fig. 5. Doppelwandiger Heissluftdesinfektor.

Wassers, giebt 20 g Pepton. siccum hinzu, neutralisiert sorgfältig mit Natriumkarbonatlösung, kocht dann die Lösung eine $\frac{1}{2}$ Stunde lang über der freien Flamme, filtriert von dem entstandenen Niederschlage ab, prüft nochmals die Reaktion, welche nach geschehener Neutralisierung leicht noch einmal in die saure Reaktion übergeht, und behandelt sie schließlich nach den bei der Fleischwasserbouillon angegebenen Sterilisationsvorschriften. Man wird jedoch gut thun, die Sterilisationsdauer etwas zu verlängern, da im Fleischextrakte besonders viel widerstandsfähige Keime vorhanden sind.

Man stellt sich auch des öfteren Fleischextraktbouillon mit höheren Extraktgehalt (bis 10%) dar, wenn es darauf ankommt ein schnelles und massenhaftes Bakterienwachstum hervorzurufen.

Die Fleischwasserpeptongelatine, sogenannte Nährgelatine bereitet man nach Koch, indem man 500 g gehackten Fleisches 24 Stunden mit 1 Liter Wasser, wie bei der Bereitung der Nährbouillon angegeben, stehen läßt und auspreßt.

Zu dem Filtrat setzt man nun

- 100 g Gelatine
- 10 g. Pepton sicc.
- 5 g Chlornatrium

hinzu und löst nun diese Mischung auf dem Wasserbade bei geringer Erwärmung langsam auf. Nachdem die Gelatine vollkommen in Lösung gegangen ist, neutralisiert man mit Natriumkarbonat die saure Lösung und bringt sie dann auf 1 Stunde in den Dampftopf bei 100°. Nach Ablauf dieser Zeit filtriert man die Masse im Heißwassertrichter (Fig. 6) durch ein Faltenfilter. Das vollkommen klare Filtrat wird, wie bei der Bereitung der Nährbouillon angegeben, in Reagensgläschen gefüllt und sterilisiert. Sollte die Gelatine trübe durch das Filter laufen, so kann man sie ebenfalls durch Eiereiweiß klären. Bei der Herstellung von Nähragar geht man von der gewöhnlichen Nährbouillon aus, zu der man nach der Zugabe von 10 gr Pepton und 5 gr Kochsalz und geschehener Neutralisation 20 gr klein-

geschnittenen Agar*) giebt und nun so lange auf dem Wasserbade erhitzt, bis alles gelöst erscheint, dann wird durch den Heißwassertrichter filtriert und das Filtrat in Reagensgläschen gefüllt und sterilisiert, wie oben des näheren angegeben.

Sehr gebräuchlich ist der Zusatz von 6—8 $\frac{0}{0}$ Glycerin oder 2 $\frac{0}{0}$ Traubenzucker zu dem Nähragar, wenn es sich um die Züchtung von Tuberkelbacillen, Anaëroben etc. handelt.

Die Herrichtung des Blutserums zum Nährboden wird heutzutage nur selten gewählt und weicht auch wesentlich von der Darstellung der bisher besprochenen Nährsubstrate ab.

Gewöhnlich verarbeitet man Hammelblut, das aus der Wunde fließend in sterilen Glascylindern aufgefangen wird und 48 Stunden zum Absetzen des Blutkuchens im Eisschrank stehen bleibt. Das dunkelgelb gefärbte Serum wird dann mit sterilen Pipetten abgehoben und in sterile Reagensgläser gefüllt.

In einem besonderen, von Koch angegebenen Apparat (Fig. 7) werden die Röhrcchen 8 Tage lang täglich je 1 Stunde auf 54—56 $^{\circ}$ erwärmt und hierdurch sowohl sterilisiert als auch zum Erstarren des Serums gebracht.

Außer den bis jetzt besprochenen Nährböden kommen noch eine ganze Reihe von Nährsubstraten für die Bakterienkultur in Anwendung, unter denen die Kartoffel die wichtigste Rolle spielt. Man wählt sich für diese Zwecke nicht zu große, frische Kartoffeln, sogenannte Salatkartoffeln aus, die

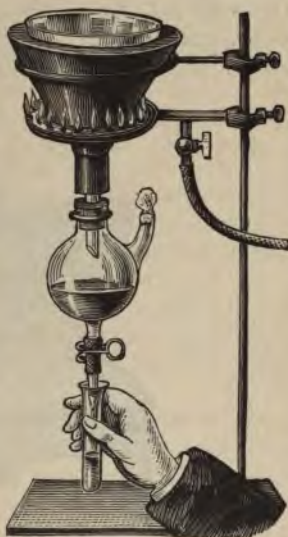


Fig. 6. Heißwassertrichter.

*) Das Agar ist eine von Meerestangarten gewonnene Pflanzengallerte.

von der anhaftenden Erde mittelst einer scharfen Bürste gereinigt und dann ca. 1 Stunde lang in eine $\frac{1}{10}$ ‰ Sublimatlösung gelegt werden. Jetzt schneidet man mit einem ausgeglühten, spitzigen Messer, alle verdächtig erscheinenden Fleckchen, Keime u. s. w. aus. Das Abschälen der Kartoffel ist nicht unbedingt notwendig. Die so vorbereiteten Kartoffeln legt man in den Einsatz des Dampftopfes, sterilisiert sie in letzterem $1\frac{1}{2}$ Stunden lang bei 100° und läßt sie



Fig. 7. Apparat zum Erstarren des Blutserums nach R. Koch.

nach Verstreichen dieser Zeit im Dampftopf erkalten. Die Kartoffeln werden nun mit in $\frac{1}{10}$ ‰ Sublimatlösung getauchten Händen gefaßt, mit einem sterilisierten Messer in der Mitte durchschnitten und in eine größere Doppelschale, die zuvor sterilisiert wurde, die Schnittflächen nach oben, gelegt. Für kleinere Schalen zerschneidet man die Kartoffeln in $1-1\frac{1}{2}$ cm dicke Scheiben und verteilt sie dann in die sogenannten Petrischen Schalen. Die beschickten Schalen sterilisiert man noch einmal $\frac{3}{4}$ Stunden lang im Dampftopf.

Auch zur Herstellung von Reagensglaskulturen kann man die Kartoffel verwerten. Nach Globig verfährt man hierbei so, daß man den gut gereinigten und sterilisierten Kartoffeln mit einem ausgeglühten Korkbohrer, runde Stückchen, welche 2—3 cm lang sein können, entnimmt und in sterilisierte, mit Wattepfropfen versehene Reagensgläser bringt, auf deren Boden sich ein 1 cm langes Stück Glasstab befindet. Das Kartoffelstückchen kommt nun auf das Glasstäbchen zu stehen und wird hierdurch an der Berührung mit dem nach unten fließenden Kondenswasser verhindert. Dieses von Günther angegebene Verfahren ist wesentlich einfacher als das von Roux empfohlene, welches eine durch Schmelzen des Reagensglases über der Flamme hervorzurufende Verengung des unteren Teiles erfordert. An dieser verengerten Stelle liegt der Kartoffelteil dem Glase auf, und läßt in den unteren Teil das Kondenswasser abfließen. Die Reagensröhrchen mit den Kartoffelstückchen müssen noch einmal auf 30 Minuten in den strömenden Wasserdampf gebracht werden, ehe sie benutzungsfähig sind.

Hühnereier können nach Hüppe vorteilhaft als Nährboden benutzt werden, wenn man dieselben in Sodalösung wäscht und darauf für einige Zeit in $\frac{1}{10}$ 0/0 Sublimatlösung legt. Von der Oberfläche und aus den Poren der Eier wird das noch anhaftende Sublimatwasser durch Nachwaschen mit sterilisiertem Wasser und Trocknen mit sterilisierter Watte entfernt. Die Infektion findet statt, indem man an der Spitze des Eies mit einem starken, ausgeglühten Platindraht einen Einstich macht, und mit einem ebensolchen das Impfmateriale in die feine Öffnung bringt, die nachdem mit Kollodium sorgfältig zu verschließen ist.

Reis läßt sich nach Eisenberg in folgender Mischung als Nährboden verwenden. 100 g Reispulver, 70 g Bouillon und 210 g Milch werden gut durcheinander gerieben und dann in sterilisierte Petrische Doppelschalen eingebracht. Auf dem Wasserbade wird die Mischung in diesen Schalen zur Erstarrung gebracht und dann im Dampfkochtopf drei Tage hintereinander je 20 Minuten lang sterilisiert.

Brodpulverbrei wird zur Kultivierung von Schimmelpilzen benutzt. Man bringt in Erlenmeyersche Kölbchen (Fig. 8) fingerhoch Pulver von Gerstenbrot, feuchtet mit Wasser mäßig an, verschließt die Kölbchen mit Wattepfropfen und sterilisiert diskontinuierlich an drei aufeinander folgenden Tagen je 20 Minuten lang.

b) Das Anlegen von Bakterienreinkulturen.

Nachdem wir uns im Vorstehenden mit der Bereitung der hauptsächlichsten Nährboden bekannt gemacht haben, kann jetzt zu den verschiedenen Verfahren der Isolierung der Keime übergegangen werden.

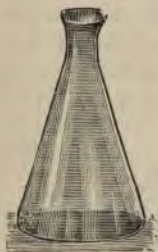


Fig. 8. Erlenmeyersches Kölbchen.

Von Koch ist unter dem Namen „Plattenkulturmethode“ ein äußerst zweckmäßiges Verfahren zur Keimisolierung angegeben worden, das sich aus dem älteren, heut nur noch ausnahmsweise gebräuchlichen Objektträgerkulturverfahren entwickelt hat.

Zur Durchführung dieser wichtigen Untersuchungsmethode bedarf man zunächst einer Anzahl von sterilen Röhrchen mit Nährgelatine, deren Inhalt auf einem Wasserbade bei 35—40° C. zum Schmelzen gebracht wird. Mit einer ausgeglühten Platinnadel bringt man jetzt in eins dieser mit geschmolzener Gelatine gefüllten Röhrchen eine Spur des Impfstoffes, und zwar ohne den Rand des Gläschens zum Abstreifen desselben zu benutzen. Vielmehr versucht man durch Rühren mit der Platinnadel das Material in der Gelatine gleichmäßig zu verteilen.

Ist dies geschehen, so schreitet man zur Verdünnung des eben angefertigten Originalröhrchens, indem man mittelst ausgeglühter Platinnadel, welche an der Spitze zu einer Öse gebogen ist, drei Ösen Flüssigkeit in ein zweites Röhrchen mit geschmolzener steriler Gelatine überträgt, von dieser ersten Verdünnung legt man sich in derselben Weise eine zweite an und hat sich somit das zur weiteren Untersuchung notwendige Ausgangsmaterial geschaffen.

Beim Öffnen der Gläschen hält man dieselben nebeneinander in schräger Lage in der linken Hand zwischen Zeigefinger und Daumen, die Wattepfropfen werden nach dem Abheben zwischen den noch freien Fingern der linken Hand gehalten, wobei man sich genau zu merken hat, welchem der Gläschen sie zugehören. Mit der rechten Hand findet jetzt mittelst des ausgeglühten Platindrahtes die Inficierung des sterilen Glases statt, nach welcher dann die Wattebäuschchen wieder aufgesetzt werden.

Der Inhalt der so vorbereiteten Röhren muß nun auf einer größeren Fläche zur Ausbreitung und Erstarrung gebracht werden. Zu diesem Zweck sterilisiert man sich zuvor in einem Eisenblechkasten mindestens drei viereckige Glasplatten und bringt sie, nachdem sie in dem Kasten erkaltet sind, ohne ihre Flächen zu berühren (man hebt sie behutsam mit den Fingern an den Kanten hoch), auf den von Koch angegebenen Plattengiessapparat (Fig. 9). Dieser

besteht aus einer großen Glasschale, die mit Eisstücken gefüllt ist und auf einem Nivelliergestell mit Drehschrauben, welche es ermöglichen, den Apparat in eine horizontale Lage zu bringen, ruht. Die Schale ist von einer mattgeätzten Glasscheibe bedeckt und diese trägt zum Schutz der auf ihr



Fig. 9. Plattengiessapparat nach R. Koch.

befindlichen sterilen Glasplatten eine Glasglocke. Nachdem die drei sterilen Platten übereinander mehrere Minuten unter der Glasglocke des Plattengiessapparates gelegen haben, sterilisiert man den Hals des Gelatinröhrchens mit der Originalfüllung vorsichtig in der Flamme des Brenners, wartet, bis sich das Glas wieder abgekühlt hat, hebt jetzt die Glocke von den Platten ab, lüftet den Wattepfropfen des Gelatinröhrchens und verteilt schnell mit Hilfe des sterilen Randes des Gläschens die bei schräger

Haltung des Glases auslaufende Gelatine so auf der obersten Platte, daß die Schicht überall 2—3 Centimeter von dem Rande der Glasplatte entfernt ist. Ist dies geschehen, so stülpt man schnell wieder die Glasglocke über die Platten und läßt die Gelatinemasse erstarren, was nach 2—3 Min. geschehen ist. Man bringt nun die erstarrte Platte in eine sogenannte feuchte Kammer, welche man sich herstellt, indem man in einer großen Doppelschale von Glas den Boden mit einem runden Stück Fließpapier auslegt, dieses anfeuchtet und dann zur Aufnahme der Platte ein Glasbänkchen hineinstellt, welches mit einem die notwendigen Vermerke über Herkunft und Alter der Platte tragenden Stück Papier bedeckt ist.

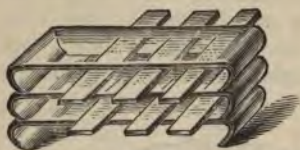


Fig. 10. Glasbrücke zur Aufnahme der Gelatineplatten.

Man stellt gewöhnlich bis sechs solcher Bänkchen (Fig. 10) mit Gelatineplatten in einer feuchten Kammer auf und schützt diese hierdurch vor dem Eintrocknen. Die Röhrenchen mit der ersten und zweiten Verdünnung werden genau so zu Platten verarbeitet,

wie dies bei dem Originalröhrchen beschrieben ist.

Die Platten bleiben in der feuchten Kammer bei Zimmertemperatur ca. 24—48 Stunden stehen und zeigen dann gewöhnlich schon auf ihrer Oberfläche eine leichte Trübung, die sich bei genauer Betrachtung als aus kleinen Inseln bestehend erweist. Mitunter bemerkt man auch an einigen Stellen, daß sich die Gelatine verflüssigt hat, auch chromogene Bakterienkolonien lassen sich mit bloßem Auge wahrnehmen. Bringt man jetzt die Platte unter das Mikroskop und betrachtet dieselbe bei schwacher Vergrößerung und möglichst enger Blende, so fällt es zunächst auf, daß die Kolonien nicht in einer Ebene liegen, sondern teils direkt an der Oberfläche, teils in den tieferen und tiefsten Schichten der Gelatine.

Die Kolonien unterscheiden sich von einander durch wechselnde Größe, Form und Färbung, die Kolonien der *verflüssigenden* Bakterienarten erscheinen mit einem runden

Wall fester Gelatine umgeben, während sie selbst infolge ihrer Verflüssigungsfähigkeit in den Nährboden eingesunken sind. Liegen solche Kolonien dicht bei einander, so laufen sie gewöhnlich bald zusammen und man sieht von ihnen in der flüssigen Gelatinemasse kaum noch etwas charakteristisches. Von der Form der Bakterien einer Kolonie kann man sich leicht dadurch überzeugen, indem man durch Auflegen eines Deckgläschens auf dieselbe, vorsichtiges Aufdrücken und Wiederabheben ein Klatschpräparat anfertigt, welches man in der gewöhnlichen Weise färbt und untersucht. Für die Reinzüchtung sind gewöhnlich die Originalplatten nicht zu verwerten, da hier in Folge der hohen Keimzahl die Kolonien in einander übergegangen sind und nur selten noch isoliert liegende Kolonien anzutreffen sind. Man bedient sich zur Reinzüchtung gewöhnlich der Verdünnungsplatten als Ausgangsmaterial. Bei schwacher Vergrößerung durchmustert man die Platte unter dem Mikroskop und fischt die isoliert stehende Kolonie, welche man übertragen will, mittelst eines zur Öse gebogenen Platindrahtes heraus. Diese Manipulation ist ziemlich schwierig und erfordert viel Übung. Man hat hauptsächlich darauf zu achten, daß die Platte sich nicht auf dem Objektisch verschiebt, legt die rechte Hand, welche die Platinnadel führt, leicht auf den Rand des Objektisches und bringt zunächst die Nadel direkt unter das Objektiv, um von hier aus dann auf die Kolonie herunterzufahren und diese aufzufischen.

Gewöhnlich legt man sich von der gefischten Kolonie eine Gelatinestichkultur an, indem man den infizierten Platindraht in die Mitte eines sterilen Gelatineröhrchens einsticht, schnell den Platindraht wieder herauszieht und das Röhrchen mit dem Wattepfropfen von neuem verschließt.

Das so infizierte Röhrchen wird bei Zimmertemperatur der Entwicklung der Bakterien überlassen. Die ersten sichtbaren Entwicklungsvorgänge machen sich gewöhnlich schon nach 24 Stunden bemerkbar. Längs des Impfstiches tritt das Wachstum auf und bei mehreren Bakterienarten *bildet sich auf der Gelatineoberfläche eine einem Nagel-*

knopfe nicht unähnliche Bakterienmasse aus; man bezeichnet derartige Kulturen als Nagelkulturen. Sehr schön kommen auf der Gelatine die Farbstoffe der Bakterien zur Geltung, nur bei den verflüssigenden Bakterienarten verschimmen sie leicht in der peptonisierten Gelatine. Die verflüssigenden Keime bilden gewöhnlich in der Gelatine an der Oberfläche einen Strumpf oder eine trichterförmige Einsenkung der Gelatine aus, später schreitet dann die Verflüssigung weiter fort und verwandelt schließlich die ganze Gelatine in eine Flüssigkeit.

Neben der Gelatinestichkultur legt man sich gewöhnlich auch noch eine Gelatine- oder Agarstrichkultur an. Zu diesem Zwecke läßt man die Röhrrchen mit Gelatine oder Agar schräg erstarren und streicht dann über der so gewonnenen schrägen Oberfläche mit der inficierten Nadel mehrere Male sanft, ohne Verletzung der Masse hinfort.

Die Anlegung von Reinkulturen in flüssigen Nährböden ist hauptsächlich bei pathogenen Keimen üblich. Man überträgt die Keime in die Bouillonröhrrchen wie bei der Plattenmethode schon näher beschrieben ist.

Die so angelegten Reinkulturen müssen nach Verlauf von 4—6 Wochen wieder umgeimpft werden, da sonst entweder der Nährboden eintrocknet und durch den eintretenden Wassermangel dem Bakterienwachstum ein Ziel gesetzt wird oder nach Aufbrauch des vorhandenen Nährmaterials die Bakterien zu Grunde gehen.

e) Modifikationen des Koch'schen Plattenverfahrens.

Petri hat eine große Vereinfachung des Kochschen Verfahrens dadurch herbeigeführt, daß er an Stelle der Glasplatten kleine Doppelschälchen, sogenannte Petrische Schälchen (Fig. 11) setzte. Diese Schälchen, welche in verschiedenen Größen benutzt werden, sterilisiert man nach sorgfältiger Reinigung im Trockenschrank, gießt nach dem Erkalten die infizierte Gelatine in die kleinere der beiden Schalen und deckt dann schnell die größere wieder darüber. Wenn man sich Schälchen mit möglichst gleichmäßigem Boden verschafft, kann man ohne Schwierigkeit auch die mikroskopische Untersuchung der Kolonien vornehmen.

Dem Petri'schen Verfahren ähnlich ist ein von Soyka angegebenes, bei welchem die Herstellung von Verdünnungen in den Reagensgläsern erspart wird. Soyka benutzt näm-



Fig. 11. Petrisches Schälchen.

lich Doppelschälchen (Fig. 12) deren obere Schale 6—8 eingeschliffene Vertiefungen trägt. In diese Vertiefungen wird flüssige, sterile Gelatine gefüllt und in eines dieser Gelatinetröpfchen das Ausgangsmaterial eingimpft. Von dieser inficierten Gelatine überträgt man dann eine Öse voll in die nächste Vertiefung und wiederholt von hier aus dieselbe Manipulation der Reihenfolge nach bei allen Gelatinetröpfchen. Auf diese Art kann man sich ohne viele Mühe und Aufwand an Material eine große Anzahl von Verdünnungen anlegen.

Nach dem Verfahren von v. Esmarch wird die inficierte Gelatine in dem Reagensgläschen selbst durch Hin- und Herdrehen an den Wänden ausgebreitet und durch Einlegen in Eiswasser zum Erstarren gebracht.

An Stelle der Nährgelatine kann in besonderen Fällen auch Nährager in Anwendung kommen. Es empfiehlt sich dies zum Beispiel, wenn man stark verflüssigende Bakterienarten in dem Ausgangsmaterial vermutet oder wenn die Aufbewahrung aus irgend welchen Gründen bei Bruttemperatur stattfinden soll.

d) Die Züchtung der anaëroben Bakterienarten.

Bei der Züchtung der anaëroben Bakterien kommt es vornehmlich darauf an, den Zutritt des Sauerstoffes zu verhindern, respektive den Sauerstoff durch indifferente Gase, wie Wasserstoff und Stickstoff, zu verdrängen.

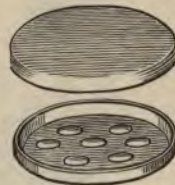


Fig. 12. Soykasches Schälchen.

Koch goß in gewöhnlicher Weise Gelatineplatten mit dem Material, welches vermutlich anaerobe Keime enthielt, und bedeckte dieselben vor dem Erstarren mit sterilisierten Glimmerblättchen. Hierdurch wurde der Zutritt des Sauerstoffes zu der Gelatine verhindert und die Anaeroben konnten ungehindert zur Entwicklung gelangen.

Botkin hat ein Verfahren angegeben, bei welchem mit der inficierten Gelatine beschickte Schälchen unter eine Glasglocke gestellt werden, welche in einem größeren, mit flüssigem Paraffin gefülltem Gefäß steht. Um die Berührung der Schälchen mit dem Paraffin zu vermeiden und gleichzeitig einer größeren Anzahl solcher Schälchen Platz zu gewähren, stehen dieselben auf einem unter Glocke befindlichen Drahtgestell.

Durch ein gebogenes, unter dem Paraffin hinweggeleitetes Metall- oder Glasrohr wird in die Glocke hinein aus dem Kippschen Apparat (Fig. 13) Wasserstoff geleitet, während durch ein gleiches Rohr an einer andern Stelle der atmosphärischen Luft der Austritt ermöglicht wird.



Fig. 13. Kippscher Apparat.

Sehr bequeme Schalen zur Kultur von Anaeroben sind von Gabritschewsky angewendet worden; sie ermöglichen außer dem Durchleiten von Wasserstoff auch durch eine sinnreiche Vorrichtung die Absorption der letzten Spuren Sauerstoff durch Pyrogallolösung. Das mit inficiertem Nährboden versehene Reagensglas hat Buchner dadurch für die Anaerobenkultur geeignet gemacht, daß er

es in einem größeren Cylinder einschloß, dessen unterer Teil mit alkalischer Pyrogallussäure gefüllt war, welche begierig den Sauerstoff der eingeschlossenen Luft absorbiert.

Man kann auch die Luft leicht aus dem Reagensglase vertreiben, wenn man unter aseptischen Kautelen Wasserstoff durch dasselbe leitet und so den Sauerstoff verdrängt.

Die Züchtung der anaeroben Keime geschieht am einfachsten so, dass man in einem Gelatineröhrchen eine Stich-

kultur anlegt und dann aus einem mit geschmolzener steriler Gelatine gefüllten Röhrechen einige Zentimeter hoch Gelatine auffüllt. Der Luftzutritt wird hierdurch sicher verhindert.

Dauerkulturen.

Die Bakterienkulturen können unbeschränkt lange aufbewahrt werden, wenn sie in ihren Behältern luftdicht eingeschlossen werden.



Fig. 14. Thermostat (Brütschrank) für konstante niedrige Temperaturen.

Král benutzt hierzu Röhrchen, welche mit einem Fuß versehen sind und wie gewöhnlich mit Nährsubstrat beschickt, sterilisiert und inficiert werden. Nachdem die Kultur sich genügend entwickelt hat, wird das Röhrchen unterhalb des Wattepfropfens abgeschmolzen und ist zum Aufstellen in der Sammlung fertig.

Von Günther und anderen sind Methoden zur Konservierung von Plattenkulturen angegeben worden, welche darauf beruhen, daß die zu konservierende, aus der Platte ausgeschnittene Stelle auf dem Objektträger in ein Tröpfchen

Gelatine eingebettet und mit dem Deckglas bedeckt wird; mit Lack wird dann um das Deckgläschen ein luftdichter Verschuß angelegt.

Zur Züchtung der Bakterien bei höheren Temperaturen bedarf man sogenannter Brüttschränke (Fig. 14) welche in verschiedenster Form in Gebrauch sind. Sie stellen zumeist doppelwandige, aus Kupferblech gefertigte, außen mit Filz bekleidete Kästen dar und sind mit festschließenden Doppelthüren versehen. Der Hohlraum zwischen den Wänden ist mit Wasser gefüllt. An dem Brüttschrank sind oben zwei Öffnungen befindlich, welche der Aufnahme von Thermometern dienen, der eine reicht in das Innere des Schranks hinein, der andere dagegen in den Wassermantel; die Temperaturen sind bequem von außen abzulesen. Der Brüttschrank, welcher auf einem Gestell ruht, wird von einer Gas-Sicherheitslampe erwärmt, welche durch einen Quecksilber-Thermoregulator (Fig. 15) nach Bunsen oder Lothar Meyer auf der gewünschten Temperatur gehalten wird.

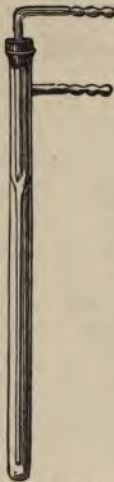


Fig. 15.
Thermoregulator nach
Lothar
Meyer.

e) Die bakteriologische Untersuchung des Wassers, des Bodens und der Luft.

Der Gehalt des Wassers an Bakterien ist ein sehr wechselnder, das Oberflächenwasser ist im allgemeinen reich, das Grundwasser arm an Bakterien. Infolge des häufigen Vorkommens von pathogenen Keimen im Wasser

ist die bakteriologische Untersuchung desselben von großem hygienischen Werte.

Man bedient sich zum quantitativen Nachweis der Bakterien im Wasser des Kochschen Plattengießverfahrens. Gewöhnlich giebt man von dem zu prüfenden Wasser $\frac{1}{2}$ oder 1 ccm in ein Röhrchen mit flüssiger steriler Gelatine, verteilt durch Umschwenken das Wasser gut in der Gelatine und gießt dann die Platten. Von besonders stark keimhaltigem Wasser setzt man nur ein bis zwei Tropfen der Gelatine zu oder man verdünnt sich das Wasser entsprechend mit sterilem Wasser und bringt dann $\frac{1}{2}$ oder 1 ccm desselben in Anwendung. Die Platten läßt man in der feuchten Kammer drei Tage bei 20° C. stehen; nach Verlauf dieser Zeit haben sich gewöhnlich die Kolonien schon so weit ausgebildet, daß man sie mit der Lupe (Fig. 16) oder auch mit bloßem Auge wahrnehmen kann. Sind nur wenige Keime auf der Platte zur Entwicklung gelangt, so kann man dieselben unter Zuhilfenahme der Lupe ohne Zählapparat auszählen; ist die Zahl der Kolonien aber eine beträchtliche, so muß man sich des Zählapparates bedienen. Am zweckmäßigsten ist hierzu der Apparat von Wolffhügel (Fig. 17) er be-



Fig. 16. Lupe zum Untersuchen der Kolonien.



Fig. 17. Apparat zum Zählen der Bakterienkolonien nach Wolffhügel.

steht aus einer schwarzen Tafel, auf welche die Platte mit der Nährgelatine aufgelegt wird. Über die Gelatineplatte wird eine Glasscheibe gelegt, auf welche Quadrate von gleicher Größe eingätzt sind.

Mit der Lupe zählt man an verschiedenen Stellen der Platte die Keime, welche innerhalb eines Quadrats liegen, nimmt das Mittel hieraus und multipliziert die so gewonnene Zahl mit der Anzahl der Quadrate, welche die Gelatinefläche der Platte bedecken. Die jetzt erhaltene Zahl giebt nun direkt an, wie viel Keime in der angewandten Wassermenge vorhanden waren.

Will man aus den Wasserplatten einzelne Keime isolieren, so betrachtet man dieselbe schon vom zweiten Tage ab bei 200facher Vergrößerung unter dem Mikroskop, um an den charakteristischen Eigentümlichkeiten der Kolonien zu erkennen, was für Keime zur Entwicklung gelangt sind und impft Interesse erregende ab, um entweder wieder Platten, Stich- oder Strichkulturen davon anzulegen.

Die Wasserproben werden am besten mit sterilisierten, durch einen Wattestopfen versehenen Erlenmeyerschen Kölbchen entnommen. Die Probe wird bei offenen Gewässern möglichst in der Mitte der Wasserfläche entnommen, indem man den Stopfen lüftet und das Kölbchen schnell ein bis zwei Dezimeter unter den Wasserspiegel bringt und nach dem Herausholen sofort wieder mit dem Wattestopfen versieht und außerdem eine Gummikappe über denselben legt.

Bei Probeentnahme aus Tiefbrunnen und Wasserleitungen läßt man das Wasser erst mehrere Minuten ablaufen, ehe man die Probe einfüllt.

Der Boden enthält in seinen oberflächlichen Schichten stets größere Mengen von Bakterien; erst in einer Tiefe von 3—4 m wird er keimfrei.

Man bestimmt den Gehalt einer Bodenprobe an Bakterien, indem man die abgemessene Menge der frisch entnommenen Erde in ein mit verflüssigter, sterilisierter Nährgelatine gefülltes Reagensröhrchen füllt und sich nach der Esmarchschen Methode in dem Röhrchen eine Rollkultur anlegt und nach 2—3 Tagen die ausgewachsenen Kolonien zählt.

Die Luft ist stets mit mehr oder minder großen *Mengen von Bakterien* bevölkert. Die einfachste Methode

zum Nachweis der Bakterien in der Luft besteht darin, daß man ein mit Nährgelatine beschicktes und sterilisiertes Petrisches Schälchen geöffnet eine bestimmte Zeit an dem zur Untersuchung ausgewählten Ort stehen läßt, und dann das Doppelschälchen für einige Tage in den Brütschrank



Fig. 18. Luftuntersuchungsapparat nach Hesse.

bringt. Die Zahl der sich entwickelnden Keime giebt dann Aufschluß über die Beschaffenheit der geprüften Luft hinsichtlich ihres Keimgehaltes.

Petri hat ein sehr bequemes und zuverlässiges Verfahren der quantitativen Untersuchung der Luft angegeben. Vermittelst einer mit geaichtem Kolben versehenen Luftpumpe saugt er durch ein Sandfilter die zu prüfende Luft. Die Bakterien werden in dem Filter zurückgehalten, der Filtersand wird in einem mit verflüssigter Nährgelatine ge-

füllten Petrischen Schälchen verteilt und die sich hier nach einigen Tagen entwickelten Kolonien werden gezählt und auf das Volumen der angewandten Luft berechnet. Die Abbildung zeigt den Apparat nach Hesse (Fig. 18).

II. Teil.

Die saprophytischen Bakterien.

Die Zahl der saprophytischen Bakterien ist eine sehr große. Es sollen daher hier nur solche namentlich aufgeführt und besprochen werden, welche sich entweder durch allgemeine Verbreitung oder durch besondere Eigenschaften auszeichnen.



Fig. 19. *Bacillus subtilis*. Reinkultur. Fuchsin. 800 : 1.

1. *Bacillus subtilis*. Heubacillus. (Fig. 19.)

Der Heubacillus gehört zu den weit verbreiteten, fast überall anzutreffenden Bakterien. Seine Zellen sind ungefähr fünfmal so lang als breit und leicht abgerundet, sie zeichnen sich durch ihre Größe aus. Der Heubacillus ist außerordentlich stark beweglich, an jedem Ende der Zellen befinden sich Geißelfäden. Er bildet mittelständige Sporen, die besonders große Widerstandsfähigkeit besitzen. Seinem

regelmäßigen Vorkommen in Heu- und anderen Pflanzeninfusen verdankt er seinen Namen „Heubacillus“. Auf solchen Infusen wächst er äußerst üppig und bildet eine stark gerunzelte Kahmhaut, später entstehen zähe Verbände, welche in Fadenform die Nährflüssigkeit durchsetzen. Die Kahmhaut bildet er auch in der Gelatinestichkultur, wenn die Verflüssigung der Gelatine stattgefunden hat. Auf der Gelatineplatte machen sich in den ersten Tagen kleine weiße Pünktchen bemerkbar, die später zu sternförmigen Gebilden auszuwachsen pflegen. Die Ausstrichkulturen auf Agar bilden einen schmutzig-weißen, runzeligen Belag, auf Kartoffeln zeigt sich nach einigen Tagen ein meist ebenfalls gerunzelter, kahmartiger Überzug. Der Heubacillus gehört zu den streng aërob wachsenden Bakterien, der Abschluß der Luft wirkt entwicklungshemmend auf seine Kulturen ein.



Fig. 20. *Bacillus Megaterium* de Bary. Reinkultur mit Sporen. -
Gentianaviolett. 800:1.

2. *Bacillus Megaterium* de Bary. (Fig. 20.)

Der *Bacillus Megaterium* bildet lange, dicke, schwach gekrümmte, an den Enden abgerundete Stäbchen. Der Zellinhalt ist leicht granuliert. Er besitzt nur eine geringe Eigenbewegung und bildet endogene Sporen. Der *Bacillus Megaterium* schreitet sehr leicht zur Bildung von *Involutionsformen*, die Stäbchenform geht dabei vollständig

verloren, es entstehen rundliche Mißbildungen mit trübem Zellinhalt. De Bary fand diesen Bacillus zufällig auf gekochten Kohlblättern. Bei 20° C. gedeiht er vorzüglich auf allen Nährböden, auch bei Bruttemperatur kommt er fort. Die Gelatine verflüssigt er langsam. Auf Kartoffeln bildet er gelblich-weiße Auflagerungen, auf Agar wächst er als graubrauner Belag.

3. *Bacillus mesentericus vulgatus*. Kartoffelbacillus.

Der Kartoffelbacillus bildet kleine dicke Stäbchen mit abgerundeten Enden. Häufig hängen zwei Zellen aneinander. Der Bacillus ist mit Geißeln versehen und besitzt eine ziemlich lebhaftere Eigenbewegung, er bildet mittelständige Sporen. Auf allen Nährböden vermag er zu gedeihen, insbesondere auf den Kartoffeln, auf nicht genügend sterilisierten Kartoffeln findet man fast regelmäßig die die ganzen Kartoffelscheiben überziehende gelbbraune Decke des Kartoffelbacillus. Gelatine wird durch den Bacillus ziemlich schnell verflüssigt. Auf Agar ruft er einen runzeligen, weißgrauen Belag hervor.

4. *Bacillus mycoides*. Wurzelbacillus.

Der Wurzelbacillus ist ein kurzes Stäbchen mit abgerundeten Enden, dem eine große Eigenbewegung zukommt. Die Sporen desselben sind mittelständig. Er ist fast überall in der Erde anzutreffen. Gelatine wird ziemlich schnell durch den Bacillus verflüssigt. Auf der Gelatineplatte ist in den ersten Tagen sein Wachstum ein sehr charakteristisches. Er breitet sich mycelartig über die ganze Platte aus und gewährt den Anblick des feiner verzweigten Wurzelwerkes eines Baumes. Auf Kartoffeln und Agar findet ein ähnliches Wachstum in den ersten Tagen statt, macht jedoch dann einem schmierigen weißgrauen Überzug Platz.

5. *Bacillus violaceus*. Violetter Bacillus.

Der Bacillus violaceus bildet kleine, schlanke Stäbchen mit mittelständigen Sporen. Die Stäbchen sind ziemlich

beweglich. In vielen Flußwässern kommt dieser Bacillus vor, so z. B. im Spreewasser und in der Themse. Gelatine wird ziemlich schnell verflüssigt, in dem Verflüssigungstrichter sammelt sich ein violetter Farbstoff an. Auf Kartoffeln und Agar bildet er einen dunkelen, violetten Belag.

6. *Bacillus indicus ruber*.

Koch entdeckte in dem Magen eines indischen Affen diesen sehr kurzen Bacillus mit abgerundeten Enden, der äußerst stark die Gelatine verflüssigte. Auf Agar und Kartoffeln gedeiht er ebenfalls vorzüglich. Auf allen Nährböden sondert er einen ziegelroten Farbstoff ab.

7. *Bacillus cyanogenus*. Bacillus der blauen Milch.

Der Bacillus der blauen Milch verursacht während der Sommermonate häufig eine spontane blaue Färbung der Milch.

Die schlanken, kleinen Stäbchen tragen an ihren Enden Geißeln und besitzen eine lebhafte Eigenbewegung.

Die Gelatinestichkultur wächst in Form der Nagelkultur, das Köpfchen derselben hat zuerst eine weiße Farbe, die später in graublau übergeht. Die umliegende Gelatine nimmt eine schöne blaue Färbung an, vorausgesetzt, daß die Reaktion des Nährbodens nicht stark alkalisch ist. Am schönsten tritt die Färbung auf, wenn die Gelatine schwach-sauer ist. Eine Verflüssigung der Gelatine verursacht der Bacillus der blauen Milch nicht.

Auf Agar und Kartoffeln bildet er einen grauweißen Belag, die Blaufärbung der Umgebung tritt auch hier bei der oben bezeichneten Reaktion ein.

In rohe Milch gebracht ruft der Bacillus bald Blaufärbung derselben hervor, gewöhnlich bedeckt sich die Milch später mit einer schmutzigen blauen Haut, die zur Erzeugung des blauen Farbstoffes notwendige saure Reaktion wird hier durch die Milchsäurebakterien hervorgerufen.

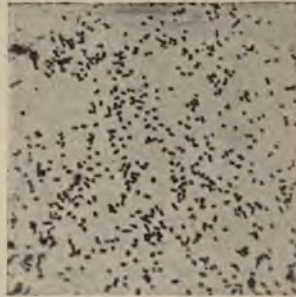


Fig. 21. *Bacillus prodigiosus*. Reinkultur. Fuchsin. 800:1.

8. *Bacillus prodigiosus*. (Fig. 21.)

Der *Bacillus prodigiosus* findet sich ab und zu auf feuchtem Brot, Kartoffeln und sonstigem stärkehaltigem Material. Auch in der Milch kommt er mitunter vor. Bei seinem Wachstum produziert er einen blutroten Farbstoff, welcher Veranlassung zu den Sagen von den blutenden Hostien, dem blutendem Brote etc. gegeben hat.

Der *Bacillus* ist ein kleines, kurzes, bewegliches Stäbchen, das Sporen zu bilden vermag. Auf der Gelatineplatte bildet er körnige Kolonien, die in der Mitte rot pigmentiert sind. Die Gelatine verflüssigt er langsam. In der Gelatinestichkultur wächst er ziemlich schnell und sondert den roten Farbstoff an der Oberfläche ab. Auf Agar gedeiht er vorzüglich und bildet schon nach wenigen Tagen einen dicken, roten Belag auf demselben.

Ein sehr starkes Wachstumsvermögen zeigt er ferner auf Kartoffeln, in kurzer Zeit bedeckt er dieselben mit seinem schönen Farbstoff. Auf allen Nährböden kommt er am besten bei Zimmertemperatur fort, bei Bruttemperatur wächst er farblos. Bei der Farbstoffbildung tritt regelmäßig der Geruch nach Trimethylamin auf. Durch Ammoniak bräunt sich der Farbstoff, nach Zugabe von Essigsäure wird er wieder hellrot.

9. *Bacillus proteus vulgaris*.

Der *Bacillus proteus vulgaris* bildet kleine, leicht gekrümmte, äußerst bewegliche Stäbchen, welche die Gelatine sehr schnell verflüssigen und seitlich stehende Geißeln tragen.

Auf der Gelatineplatte bildet er zuerst bräunlich pigmentierte Kolonien, welche bald büschelartig auswachsen, und schließlich die wunderlichsten Formen bilden. Sehr häufig bilden diese Kolonien durch rankenartige Verschlingungen ihrer Ausläufer die sogenannten schwärmenden Inseln. In der Gelatinestichkultur macht sich schon nach kurzer Zeit eine starke Verflüssigung bemerkbar. In der verflüssigten Gelatine bilden sich dann gern dicke, weiße Wolken, die sich nach und nach als dicke Schicht absetzen. Auf Agar bildet der *Proteus vulgaris* einen grauen, dünnen Belag und auf Kartoffeln einen schmierigen Rasen.

Dem *Bacillus proteus vulgaris* morphologisch und biologisch sehr nahestehend sind der *Bacillus proteus mirabilis*, der die Gelatine nur langsam verflüssigt und der *Bacillus proteus Zenkeri*, der die Gelatine gar nicht zu verflüssigen vermag.

Auf schwefelhaltigen Nährböden entwickeln die *Proteus*-arten reichlich Schwefelwasserstoff und unter gewissen Umständen auch Merkaptan.



Fig. 22. *Bacillus acidilactici*. Reinkultur. Fuchsin. 800 \times 1.

10. *Bacillus acidilactici*. Milchsäurebacillus (Fig. 22).

Der Milchsäurebacillus ist ein plumpes, dickes Stäbchen ohne Eigenbewegung, welches endogene Sporen bildet.

Meist treten die Bacillen zu zweien vereinigt auf, sie wachsen sowohl bei Sauerstoffgegenwart als auch bei Sauerstoffabschluß.

Der Milchsäurebacillus zerlegt den Milchzucker der Milch in Milchsäure und Kohlensäure, hierbei tritt durch den Einfluß der Säure Gerinnung der Milch ein.

Er bildet auf der Gelatineplatte langsam wachsende, porzellanartig glänzende Kolonien, die die Gelatine nicht verflüssigen.

Auf Agar erzeugt er einen schmutzig-weißen Belag, auf Kartoffeln einen dicken, bräunlichen Überzug.

11. *Bacillus aceticus*.

Der *Bacillus aceticus* ist ein kurzes, dickes Stäbchen, welches die Fähigkeit besitzt Alkohol zu Essigsäure zu oxydieren.

Er verflüssigt die Gelatine nicht und bildet einen dicken, gefalteten Belag auf derselben. Auf Agar und Kartoffeln scheint er schlecht fortzukommen. Auf alkoholhaltigen Flüssigkeiten gedeiht er bei 30° C. vorzüglich unter Bildung einer dicken, die Oberfläche einnehmenden Kahlhaut.

12. *Bacillus butyricus* Prazmowsky. Buttersäurebacillus.

Der Buttersäurebacillus ist ein großes, dickes Stäbchen mit lebhafter Eigenbewegung. Er bildet mittständige Sporen, zur Zeit der Sporenbildung verdickt sich das Stäbchen in der Mitte und bildet die Spindel- oder Clostridiumform. Der *Bacillus butyricus* gehört zu den streng anaeroben Bakterien, nur bei völligem Sauerstoffabschluß kann er gedeihen. Er erzeugt in wässrigen Lösungen von Zucker, Stärke und milchsauerem Salzen Buttersäure in reichlicher Menge unter gleichzeitiger Abspaltung von Wasserstoff und *Kohlensäure*.

In alter Milch, welche bereits Milchsäure enthält, entwickelt der *Bacillus* gleichfalls Buttersäure, Wasserstoff und Kohlensäure, auch ist er im stande, geronnenes Kaséin in Lösung zu bringen. Er gedeiht am besten bei 40° C. Die Stäbchen färben sich mit Jodlösung blau, woraus man geschlossen hat, daß das Protoplasma des *Bacillus* Granulose enthält. Aus diesem Grunde hat man dem *Bacillus* auch den Namen „*Bacillus amylobacter*“ beigelegt.



Fig. 23. *Bacillus butyricus*. Reinkultur. Fuchsin. 800 : 1.

13. *Bacillus butyricus* Hueppe. (Fig. 23.)

Der *Bacillus butyricus* Hueppe, welcher von Hueppe aus der Milch isoliert und als Erreger der Milchsäuregärung erkannt wurde, bildet große, schlanke Stäbchen, welche ziemlich beweglich sind, mittelständige Sporen bilden und aërob wachsen. Die Gelatine wird schnell von dem *Bacillus* verflüssigt, auf der Gelatineplatte bildet er gelblich-weiße, mit zackigem Rande versehene Kolonien, in der Gelatinstichkultur gedeiht er nur in den oberen Schichten und bedeckt die verflüssigte Gelatine mit einer grau-weißen, dicken Haut. Auf Agar ruft er einen gelben Belag hervor, der nach einiger Zeit eine schmutzig-braune Farbe annimmt. Auf Kartoffeln wächst er nur langsam unter Bildung einer gefalteten, grauen Haut.

Bei Bruttemperatur zersetzt er sterilisierte Milch unter Abscheidung des Kaséins, dieses sinkt in Klumpen zu

Boden, wird aber nach Verlauf einiger Zeit durch weitere Einwirkung des Buttersäurebacillus in andere Spaltungsprodukte zerlegt und dabei aufgelöst. Bei dieser Zersetzung wird Pepton und Ammoniak gebildet.

14. *Bacillus butyricus* Botkin.

Dieser Bacillus, welcher große, schlanke Stäbchen bildet, wurde von Botkin aus Milch, Erde und Wasser isoliert, er wächst streng anaërob. Am besten gedeiht er auf Zuckeragar im Brutschrank. Die Gelatine verflüssigt er sehr schnell. Die Milch bringt er rasch unter starker Gasentwicklung und Bildung von freier Buttersäure zur Gerinnung.

15. *Bacillus butyri viscosus*.

Der *Bacillus butyri viscosus*, welcher von Lafar in der Butter aufgefunden wurde, bildet kleine, kurze Stäbchen. Er verflüssigt die Gelatine nicht und bildet in der Stichkultur traubenförmige Gebilde. Auf Agar und Kartoffeln erzeugt er einen dünnen weißen Überzug.

16. *Bacillus ureae*.

Der *Bacillus ureae* bildet kurze, dicke Stäbchen, die an den Enden schwach abgerundet sind. Der Bacillus erzeugt im Harne ammoniakalische Gärung dadurch, daß er den Harnstoff in Ammoniumkarbonat umwandelt. Auf Gelatine wächst er in dünner Schicht ohne Verflüssigung hervorzurufen, auf dem Agar bildet er ein feines weißes Häutchen. Er gedeiht am besten bei einer Temperatur von 30° C.

17. *Bacillus maximus buccalis*.

Der *Bacillus maximus buccalis*, der von W. D. Miller in der normalen Mundhöhle angetroffen wurde, bildet lange Stäbchen, welche meist büschelförmig in Fäden geordnet sind. Bei der Behandlung mit Jodkalilösung färben sich die Bakterien blau.

Die Versuche den Bacillus künstlich zu züchten sind *bisher mißglückt*.

18. *Leptothrix buccalis innominata*.

Die *Leptothrix innominata*, welche sich konstant in jeder Mundhöhle vorfindet, bildet Fäden von verschiedener Länge, die mannigfaltig untereinander verschlungen sind. Eigenbewegung besitzen diese Fäden nicht. Mit Jodkali-lösung färben sich die Fäden gelb. Auch die künstliche Züchtung dieses Bacillus ist noch nicht geglückt.

19. *Bacillus fluorescens liquefaciens*.

Verflüssigender, fluorescierender Bacillus.

Der *Bacillus fluorescens liquefaciens* ist ein kurzes Stäbchen mit lebhafter Eigenbewegung, das meist zu zweien vereint auftritt. Der Bacillus findet sich hauptsächlich in faulenden Flüssigkeiten und verunreinigtem Flußwasser.

Auf der Gelatineplatte bildet er oberflächliche, weiße Kolonien, welche an ihrem Rande die Gelatine sehr bald verflüssigen; die Gelatine nimmt dabei rings um die Kolonie herum eine grüne, fluoreszierende Färbung an. Die StICKkultur in Gelatine wird bald unter Absonderung einer weißlichen, schleimigen Masse verflüssigt, die Gelatine nimmt dabei eine grünliche Färbung an. Auf Kartoffeln wächst er unter Bildung eines braungelben Belages.

20. *Bacillus fluorescens non liquefaciens*.

Nicht verflüssigender, fluorescierender Bacillus.

Dieser Bacillus bildet kleine, kurze Stäbchen, welche unbeweglich sind und die Gelatine nicht verflüssigen. Er findet sich häufig im Flußwasser. Auf der Gelatineplatte bildet er glänzende Kolonien mit ausgezackten Rändern. In der StICKkultur zeigt er fast nur an der Oberfläche Wachstum, die Gelatine um die Kolonien herum nimmt eine schöne grüne Färbung an.

21. *Bacillus phosphorescens*.

Dieser Bacillus wurde von Fischer im Meerwasser gefunden, er bildet kleine, sehr bewegliche Stäbchen, welche die Gelatine verflüssigen. In den ersten Tagen haben die

sich auf der Gelatineplatte entwickelnden Kolonien einen hellgrünen Schimmer, der sich später verliert. Im Dunkeln strahlen die Kulturen ein mattes, bläulich erscheinendes Licht aus, nach Günther kann man die Leuchtkraft verstärken, wenn man den Kulturen kleine Mengen Chlormagnesium oder Magnesiumsulfat zusetzt. Die Bakterien wachsen am besten zwischen 20—70° C., unter 10° C. findet kein Wachstum statt. Der beste Nährboden für die phosphoreszierenden Bakterien ist Fischfleisch, auf diesem zeigen sie auch die größte Leuchtkraft.

22. Mikrokokkus agilis.

Dieser Mikrokokkus, welcher zumeist als Diplokokkus auftritt, gehört zu den wenigen Kokken, welche sich durch eigene Bewegung auszeichnen. Vermittelst sehr feiner, langer Geißelfäden werden die Bewegungen ausgeführt. Die Gelatine verflüssigt er nur langsam. Auf Gelatine, Agar und Kartoffeln wächst er unter Bildung eines schönen roten Farbstoffes. Er wächst am besten bei Zimmertemperatur, bei Brutwärme kommt er nicht zur Entwicklung.

23. Mikrokokkus luteus.

Die kleinen, eigene Bewegung zeigenden Diplokokken verflüssigen die Gelatine langsam, in der Gelatinestichkultur kommt es zur Abscheidung eines hellgelben Farbstoffes, der sehr bald nachdunkelt. Auf Agar und Kartoffeln bildet er ebenfalls einen gelben, schleimigen Belag, der sich bald dunkler färbt. Nach den Angaben von Adametz bewirkt er nach einigen Tagen Gerinnung des Kaseins der Milch.

24. Mikrokokkus radiatus.

Die kleinen Kokken sind meist zu Ketten oder Häufchen vereinigt, sie besitzen eine geringe eigene Bewegung. Auf der Gelatineplatte bilden sie gelbbraune Kolonien von körniger Struktur, welche nach mehreren Tagen strahlenförmige Ausläufer in die langsam verflüssigte Gelatine schicken. Auf Kartoffeln bildet der Mikrokokkus radiatus *einen gelblichen Belag.*

25. *Mikrokokkus candidans*.

Die kreisrunden, großen Kokken liegen meist unregelmäßige Haufen bildend aneinander, eigene Bewegung fehlt ihnen. Auf der Gelatineplatte, die sie nicht verflüssigen, bilden sie kleine weiße Kolonien, die einen bräunlichen Kern besitzen. In der Gelatinestichkultur wachsen diese Kokken nagelförmig. Besonders schnell wachsen sie in zuckerhaltigen Flüssigkeiten. Sie kommen häufig im Wasser vor und treten öfter als Verunreinigung der Gelatineplatten auf.

26. *Sarcina alba*.

Die *Sarcina alba*, welche im Wasser und in der Luft vorkommt, wächst auf der Gelatineplatte äußerst langsam in kleinen weißen Kolonien, die Gelatine nach und nach verflüssigend.

Auch auf Agar und Kartoffeln schreitet das Wachstum nur sehr langsam vor.

27. *Sarcina lutea*.

Die *Sarcina lutea* bildet auf der Gelatineplatte kleine, unregelmäßig geformte Kolonien von gelber Farbe, die Gelatine wird langsam verflüssigt. Auf Kartoffeln findet ein ziemlich starkes Wachstum unter Ablagerung eines gelben Farbstoffes statt, auch auf Agar bildet sich der gelbe Belag.

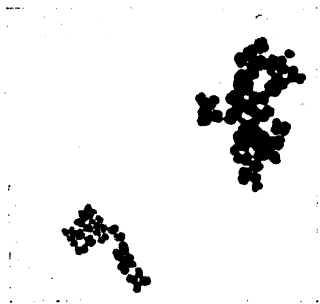


Fig. 24. *Sarcina aurantiaca*. Reinkultur. Gentianaviolett. 800: 1.

28. *Sarcina aurantiaca*. (Fig. 24.)

Die *Sarcina aurantiaca* besteht aus kleinen, bewegungslosen Kokken, die die Gelatine verflüssigen und auf der Gelatineplatte scharfgeränderte, körnige Kolonien bilden, die orangegelb gefärbt sind. Auf Agar und Kartoffeln wächst diese Sarcine sehr langsam unter Bildung eines goldgelben Überzuges.

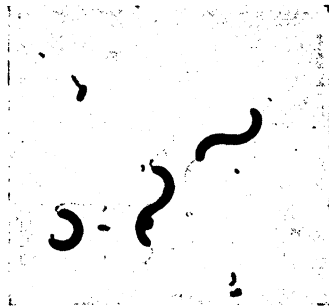


Fig. 25. *Spirillum undula* mit Geißeln. Löfflersche Färbung. Strohinfus. 800:1.

29. *Spirillum undula*. (Fig. 25.)

Das *Spirillum undula* stellt große, mit langen Geißelfäden versehene Spirillen dar, die eine lebhaftere Eigenbewegung besitzen. Es findet sich gewöhnlich in faulendem Wasser, Günther fand es häufig in Strohaufgüssen.

30. *Spirillum concentricum*.

Kitasato fand dieses *Spirillum* im faulenden Rinderblut, es bildet kurze Spirillen mit 3—10 Windungen, die starke Beweglichkeit zeigen. Auf der Gelatineplatte bildet es kleine runde Scheiben, die aus konzentrischen Ringen von weißgrauer Farbe bestehen.

Eine Verflüssigung der Gelatine tritt nicht ein. In der *Stichkultur* findet nur an der Oberfläche Wachstum statt.

Auf Agar bildet es einen weißlichen, dünnen Belag. Auf Kartoffeln wächst das *Spirillum concentricum* nicht.

31. *Spirillum rubrum*.

Das *Spirillum rubrum*, welches von v. Esmarch in dem Blut einer an Mäuseseptikämie gestorbenen Maus entdeckt wurde, bildet Spirillen von sehr wechselnder Länge und ist äußerst beweglich. Auf der Gelatineplatte bildet es kleine, weinrote Kolonien, welche die Gelatine nicht verflüssigen. In der Gelatinestichkultur wächst es längs des Impfstriches in Form rundlicher Körnchen, welche eine weinrote Farbe besitzen, nach der Oberfläche zu aber verblassen. Es bildet auf schräg erstarrtem Agar zuerst einen blassen Belag, der späterhin eine rosenrote Farbe annimmt. Das Wachstum des *Spirillum* auf Kartoffeln ist ein sehr langsames, und die spärlich sich entwickelnden Kolonien, welche rosa gefärbt sind, kommen über Hanfkorngröße nicht hinaus.

32. *Spirochaeta plicatilis*.

Die *Spirochaete plicatilis* wurde von Koch beschrieben und findet sich häufig in schmutzigen Gewässern. Sie bildet feine, vielfach gewundene Fäden, die sich lebhaft bewegen.

33. *Spirochaeta dentium*.

Diese *Spirochaete*, welche lange Schrauben von ungleichen Windungen und ungleicher Dicke bildet, findet sich unter dem Zahnfleischrande. Es ist bisher noch nicht gelungen dies Bakterium künstlich zu züchten.

34. *Crenothrix Kühniana*.

Die *Crenothrix Kühniana* gehört zu den sogenannten pleomorphen Bakterienarten, sie tritt in Gestalt von langen Fäden, Stäbchen und Kokken auf, die Vermehrung geschieht durch Teilung und Arthrosporen. Die Zellen sind von einer Hülle umgeben, in welche Eisenoxydhydrat eingelagert ist. Die *Crenothrix* kommt vielfach in eisenhaltigen

Wässern vor und verstopft häufig die Wasserleitung durch ihr üppiges Wachstum.

35. Beggiatoa.

Die Beggiatoa gehören ebenfalls zu den Bakterienarten mit veränderlicher Wuchsform. Sie wächst zumeist in Fadenform und hat in ihren Zellen Schwefelkörnchen eingelagert.

Schwefelverbindungen werden durch sie unter Schwefelwasserstoffentwicklung zersetzt.



Fig. 26. *Cladotrix dichotoma*. Fuchsin. 800:1.

36. *Cladotrix dichotoma*. (Fig. 26.)

Die *Cladotrix*, welche pleomorphes Wachstum zeigt, tritt in Form von verzweigten Fäden, Spirochäten und Kokken auf. Auf der Gelatineplatte wächst sie langsam unter Bildung kleiner gelber Kolonien, die mit der Zeit eine bräunliche Farbe annehmen. Die Gelatine wird langsam verflüssigt.

Auf Agar bildet sie einen dichten braunen Überzug. Sie findet sich häufig im Oberflächenwasser.

III. Teil.

Die pathogenen Bakterienarten.

Allgemeines.

Während eine große Anzahl von Bakterien, die Saprophyten, nur tote organische Stoffe zu ihrem Lebensprozeß benutzen, dient den pathogenen Bakterien die lebende Zelle des tierischen Körpers als Nährboden. Durch ihr Wachstum im tierischen Körper rufen sie in demselben entweder eine allgemeine oder eine partielle Umwandlung in der normalen Beschaffenheit der Säfte, Organe und des Gewebes hervor. Man bezeichnet das Eindringen pathogener Keime in den tierischen Organismus als Infektion und die durch dieselben erzeugten Erscheinungen als Infektionskrankheiten. Nicht immer brauchen die pathogenen Bakterien morphologische Veränderungen im Organismus zu veranlassen um eine typische Krankheitserscheinung hervorzurufen, oft wirken sie rein mechanisch, indem sie durch massenhaftes Wachstum Verstopfungen von Gefäßen etc. herbeiführen, die dann Krankheitserscheinungen hervorrufen.

Gewöhnlich ist die pathogene Wirkung einer parasitären Bakterienart — so nennt man die pathogenen Keime unterschiedlich von den saprophytischen Bakterien — auf eine oder mehrere bestimmte Tierspezies beschränkt.

Von einer großen Anzahl der menschlichen Infektionskrankheiten kennt man zur Zeit die sie hervorrufenden Krankheitserreger; es ist gelungen die Erzeuger der Tuberkulose, der Cholera, der Diphtherie, des Tetanus, der Lepra, des Typhus, der Pneumonie, der Influenza und der Eiterungen zu isolieren und auf künstlichen Nährböden zu züchten. Man bezeichnet solche Parasiten als fakultative Parasiten, zum Unterschiede von den obligaten Parasiten, welche nur im tierischen Organismus gedeihen können.

Immunität und Blutserumtherapie.

Ebenso wie eine Infektion auf natürlichem oder künstlichem Wege stattfinden kann, unterscheidet man auch bei der Immunität eine natürliche und künstliche.

Man kennt eine große Zahl von Tierspezies, die sich refraktär verhält gegen die Einwirkung von Bakterienarten, welche pathogen für andere Tiere sind, z. B. ist der Hund und die Ratte unempfindlich für Milzbrand, der Mensch unempfindlich für Hühnercholera, Schweinerotlauf u. a. m. Es handelt sich hier um natürliche Immunität, die wahrscheinlich auf die verschiedenartige chemische Zusammensetzung des Blutes zurückzuführen ist.

Schon vor mehreren tausend Jahren schützten sich die Bewohner von Indien und China gegen Ansteckung bei Pockenepidemien durch Einbringen von Pockengift in die aufgeritzte Haut, wodurch eine milde Pockenerkrankung hervorgerufen wurde, welche sie dann für längere Zeit vor einer Acquisition der Pocken auf natürlichem Wege schützte, die Individuen waren also unempfindlich, immun gegen Pocken und zwar künstlich immun.

Der Mensch wird von einigen Infektionskrankheiten, wie z. B. Scharlach, Pocken und Masern nur einmal befallen, der Organismus ist durch die einmal überstandene Krankheit immun geworden gegen eine neue Erkrankung gleicher Art. Man spricht in solchem Falle von erworbener Immunität.

Auf die verschiedenste Art hat man die künstliche Immunität erzielt und zu erzielen gesucht, und die Thatsache, daß mitigirte Bakterienkulturen unter bestimmten Bedingungen die Wirkung gleichartiger, aber virulenter Kulturen aufzuhalten vermögen, hat mannigfaltige Anregung zur experimentellen Erforschung der Ursachen derselben und zur Aufstellung von verschiedenartigen Theorien gegeben.

Eine der ersten war die von Metschnikoff aufgestellte Phagocyten-Theorie. Sie stützt sich auf die Thatsache, daß im Blute bakterienfeindliche Stoffe vorhanden sind und nimmt an, daß diese Eigenschaft hauptsächlich den weißen Blutkörperchen zukommt. Diese stammen ebenso wie die Verdauungsorgane vom Mesoderm ab und haben daher ebenfalls eine stark verdauende Kraft, welche es ihnen ermöglicht, Fremdkörperchen, z. B. Bakterien, welche in die Blutbahn eindringen, zu vernichten. Wenn die Bakterien

aber im stande sind den Widerstand zu überwinden, welchen ihnen die Phagocyten entgegensetzen, so verbreiten sie sich im Organismus und führen dessen Erkrankung oder Tod herbei.

Diese Theorie stützt sich auf Experimente, welche Metschnikoff nach dieser Richtung hin anstellte. Er fand, daß sich bei Tieren, welche für Milzbrand empfänglich sind, eine Abnahme der Bakterien infolge Vernichtung durch die Phagocyten nicht nachzuweisen ist, bei unempfindlichen Tieren dagegen werden die Bakterien durch die Phagocyten vernichtet.

Injizierte er Tieren (Meerschweinchen), welche für Milzbrand empfänglich sind, abgeschwächte Kulturen, so waren die Phagocyten jetzt im stande, die Milzbrandbacillen, welche einen größeren Teil ihrer Virulenz eingebüßt haben, zu überwältigen und unschädlich zu machen. Metschnikoff berichtet ferner, daß man Tiere durch Einverleiben von sehr abgeschwächten Kulturen nach und nach bis zu den virulentesten Kulturen steigend so widerstandsfähig machen kann, daß sie zuletzt in der Lage sind, mit derselben Leichtigkeit die virulenten Bakterien zu überwältigen, wie vordem die mitgirteten. Da jedoch die Thätigkeit der weißen Blutkörperchen wegen ihrer schnellen Vergänglichkeit von sehr kurzer Dauer ist, nimmt Metschnikoff an, daß die Phagocyten im stande sind, die erworbene Fähigkeit, virulente Bakterien zu zerstören, auf die nachfolgenden Phagocytengenerationen zu vererben.

Gegen die Phagocytentheorie Metschnikoffs sind vielfache Einsprüche erhoben worden; es sei hier nur erwähnt, daß die weißen Blutkörperchen kaum im stande sind, lebende Bakterien zu vernichten, sondern daß sie vielmehr die Aufgabe zu haben scheinen, den Organismus von toten organischen Partikelchen durch Einverleibung zu säubern.

Die Erschöpfungshypothese von Klebs und Pasteur nimmt an, daß bei der ersten Infektion mit der abgeschwächten Kultur im Organismus von den Keimen der größte Teil der Stoffe aufgebraucht wird, welche zum Fortkommen der Bakterien durchaus notwendig sind. Die aufgebrauchten chemischen Bestandteile der Körpersäfte werden

nicht von neuem ersetzt und ist hierdurch später eindringenden virulenten Kulturen die Möglichkeit zum Fortkommen genommen.

Die von Chauveau aufgestellte Retentionshypothese erklärt den Vorgang der Immunisierung dadurch, daß Toxine durch die einmalige Infektion im Organismus gebildet und aufgespeichert werden, welche eine spätere Infektion vereiteln. Salomon und Smith haben gezeigt, daß auch durch bloße Einverleibung von Toxinen, welche durch Filtrieren von flüssigen Bakterienkulturen mittelst Chamberlandfilter gewonnen wurden und welche völlig frei von Bakterien waren, eine Immunisierung zu stande gebracht werden kann.

Durch die Untersuchungen von Fodor, Nutall u. a. ist festgestellt worden, daß dem Blut als solchem bakterienfeindliche Eigenschaften zukommen, die Bakterien werden an ihrem Wachstum verhindert und in ihrer Virulenz abgeschwächt und zum Teil vernichtet, indem sie in frisches Blut des normalen tierischen Körpers gelangen.

Nach Buchner kommt die bakterientötende Eigenschaft im Blute den darin enthaltenen Eiweißkörpern zu.

Man hat sich der bakterienfeindlichen Eigenschaften des Blutes dadurch in erhöhtem Maße zur Immunisierung bedient, daß man zunächst durch Einverleibung des Bluteserums natürlich immuner Tiere bei empfänglichen Tieren künstliche Immunisierung hervorgerufen hat und schließlich auch das Serum künstlich immun gemachter Tiere zur Immunisierung durch Einverleibung des Bluteserums derselben verwendet hat. Auf diese Art gelang es Behring und Kitasato z. B. für Tetanus empfängliche Tiere gegen diese Erkrankung zu immunisieren. Eine ähnliche Immunisierung stellt ja auch die Pocken-Schutzimpfung beim Menschen dar.

Schutzimpfungen gegen Cholera sind mit mehr oder minder günstigem Erfolg von G. Klemperer und Brieger, Kitasato und Wassermann ausgeführt worden.

Aber nicht nur zu Schutzimpfungen hat man die baktericiden Eigenschaften des Bluteserums immuner Tiere benutzt, sondern auch zu Heilzwecken. Durch die Untersuchungen von Behring und Wernicke und Ehrlich ist ermittelt worden, daß sich bei verschiedenen Infektionskrank-

heiten die Einverleibung von aus künstlich immunisierten Tieren gewonnenes Blutserum heilend auf die erkrankten Individuen einwirkt. Die Heilkraft wird den antitoxischen Wirkungen des Blutserums der immunisierten Tiere auf den Organismus des erkrankten Individuums zugeschrieben. Ein Teil dieser Antitoxine ist auf chemischem Wege studiert worden. Heilungserfolge durch Anwendung der Blutserumstherapie sind bis jetzt zu verzeichnen bei Tetanus, Typhus und vor allem bei Diphtherie. Die Wirkung und die in Anwendung zu bringende Menge des Heilserums hängt ganz von dem Grad der Immunität ab, welchen das betreffende immunisierte Tier erreicht hat. Der Grad der erreichten Immunität bei einem Tiere wird dadurch festgestellt, daß man zu ermitteln sucht, wie oft man ihm die für normale Tiere tödlich wirkende Minimaldosis des Giftes einverleiben kann, ohne daß es davon eingeht. Die Gewinnung des Heilserums ist eine sehr mühsame, und seine Haltbarkeit eine begrenzte; es kann jedoch durch Zugabe von 0,5 % Karbolsäure haltbarer gemacht werden.

Die Isolierung und Reinzüchtung pathogener Bakterien.

Hat man durch mikroskopische Untersuchung im tierischen und menschlichen Organismus eine Art oder auch mehrere Arten von Bakterien nachgewiesen, sei es im Blut, in der Peritonealflüssigkeit, in den Organen oder im Darmkanal, und ist man durch den Befund berechtigt anzunehmen, daß an der Erkrankung ein spezifischer Keim die Ursache ist, so schreitet man dazu, denselben zu isolieren, außerhalb des Organismus auf künstlichem Nährboden zu züchten und seine Infektiosität durch Tierversuche darzuthun.

Besonders vorsichtig muß man bei der Entnahme des Ausgangsmateriales zu Werke gehen, da durch Verunreinigungen, welche vorher hineingelangen, leicht unliebsame Verwechslungen und Irrtümer zu stande kommen. Um derartige Zwischenfälle zu vermeiden, öffnet man den Körper des Tieres, welches mit dem Rücken nach unten auf ein Brett aufgespannt ist, erst dann, wenn man die Haut sorgsam mit 1⁰/₀₀ Sublimatlösung gewaschen hat; mit

Alkohol und Äther kann man das Fell dann noch nachtrocknen. Die zur Sektion notwendigen Instrumente, Messer, Pinzetten, Scheren sterilisiert man durch Ausglühen und läßt sie erkalten, ehe man sie in Gebrauch nimmt.

Man durchschneidet die Bauchhaut in der Linea alba und legt die Bauchorgane frei; ist Peritonealsaft vorhanden, so entnimmt man mit frisch ausgeglühten Platindrähten einige Ösen und bringt sie in Gelatineröhrchen ein und bereitet sich gleichzeitig einige Deckgläschen zur mikroskopischen Untersuchung vor. Dann präpariert man mit frischen Instrumenten die Leber, die Nieren und die Milz heraus, bringt kleine Partikelchen derselben in Gelatineröhrchen und legt kleine Stückchen zur Härtung und späteren Schnittanfertigung in absoluten Alkohol. Etwas des Organsaftes benutzt man auch hier vorteilhaft zum Anlegen von Deckglastrockpräparaten. Nachdem man nun noch den Darmtraktus besichtigt hat und eventuell Proben desselben zur Untersuchung entnommen hat, durchschneidet man das Sternum zu beiden Seiten und entfernt es nebst einem Teile der Rippen. Von Herz und Lunge richtet man sich nach obigen Angaben einige Gelatineröhrchen und Schnittobjekte und Deckglaspräparate her. In besonderen Fällen muß man auch Magen, Haut, Lymphdrüsen u. s. w. in den Bereich der Untersuchung ziehen. Die Gelatineröhrchen werden dann zu Platten ausgegossen, um so Wachstum und Isolierung der einzelnen Keime vornehmen zu können; in vielen Fällen wird es empfehlenswert sein, die Gelatine durch Agar zu ersetzen, da die meisten Parasiten erst bei Bruttemperatur gedeihen und die Gelatine ja in dem Brutschrank bei so hoher Temperatur schmelzen würde. Glaubt man, daß anaerobe Bakterien im Organismus vorhanden waren, so hat man außer dem Plattenverfahren auch noch das Anlegen von Anaerobenkulturen in den Apparaten von Botkin, Gabritschewsky u. a. zu versuchen.

Der Tierversuch.

Die pathogenen Eigenschaften der Bakterienkulturen, welche man aus den Kadavern krepierter Tiere oder sonstwoher gewonnen hat, studiert man durch Infektionsversuche

bei Tieren. Das Gelingen dieser Versuche hängt ab erstens von der Art der gewählten Versuchstiere und zweitens von der Übertragungsart der Keime, welche man anwendet.

Für Keime von Infektionskrankheiten, welche den Menschen befallen, wird man sich vorzugsweise der Affen bedienen, doch sind solche verhältnismäßig so schwer zu beschaffen, daß man sehr häufig wohlfeile Tiere an ihrer Stelle verwendet. So sind beispielsweise Meerschweinchen und Kaninchen für Tuberkelbacillen, Hunde und Meerschweinchen für Diphtheriebacillen, und weiße Mäuse, Meerschweinchen u. a. m. für Tetanus sehr empfänglich. Für die meisten anderen Krankheitserreger kann man im allgemeinen weiße Mäuse, Meerschweinchen, Tauben und Hühner recht gut benutzen.

Man prüft die Bakterien auf ihre pathogene Wirkung nach folgender Methode:

1) Die kutane Einbringung des Materials. Man bringt an einer beliebigen Stelle des Körpers, am häufigsten in der vorderen Brustgegend durch oberflächliches Ritzen mit dem Skalpell eine kleine Verletzung der Kutis hervor und trägt hier ein wenig des Bakterienmaterials ein.

2) Die subkutane Impfung. Diese häufig angewendete Methode beruht aus einer künstlichen Verletzung des subkutanen Bindegewebes und Einimpfen der Bakterien in die Wunde, dem Körper werden die Keime dann durch Blutkreislauf zugeführt. Man legt die Wunde am besten bei Mäusen so an, daß man in die mit 1 ‰ Sublimatwasser gewaschene Haut der Schwanzwurzelpartie der in einen Mäusehalter eingeklemmten Maus mit einer sterilen, spitzen Schere dicht über der Schwanzwurzel einen Einschnitt macht und in diesen die Keime mit dem Platindraht einbringt. Bei Meerschweinchen legt man am Bauche eine Hauttasche an, indem man nach dem Scheren und Reinigen der Bauchhaut mit 1 ‰ Sublimatwasser durch Hochheben der Haut eine Falte bildet und in diese mit der Schere einen flachen Einschnitt macht und mit dem stumpfen Blatte der Schere oder einer breiten, stumpfen Pincette denselben taschenförmig nach einer Seite hin

erweitert. Nach dem Einimpfen des Materials in diese Tasche verschließt man letztere gern mit etwas Kollodium.

3) Eine besondere Art der subkutanen Impfung stellt die Übertragung in die vordere Augenkammer dar, welche von Salomonsen und Cohnheim zuerst ausgeführt wurde. Man öffnet zu diesem Zwecke mit einer spitzen Schere oder Lanzette die vordere Kammer dadurch, daß man die Kornea nahe dem Skleralrande durchschneidet und nach dem meist nicht zu vermeidenden Abfließen von etwas Kammerwasser den Infektionsstoff einträgt. Man wendet dies Verfahren vornehmlich bei Kaninchen zur Diagnose auf Tuberkulose an.

4) Die subkutane Injektion. Dieselbe wird ausgeführt entweder mit einer gewöhnlichen Pravazspritze oder mit



Fig. 27. Injektionsspritze nach Koch.

der von Koch neu erfundenen Injektionsspritze, (Fig. 27) welche an Stelle des Stempels der leichteren Sterilisierung wegen einen Gummiball und Metallhahn trägt; diese Spritze wird durch mehrmaliges Komprimieren des Gummiballes und nachfolgendem Schließen des Hahnes mit der Injektionsflüssigkeit gefüllt. Man sticht zum Zwecke der Injektion die Spitze der Kanüle in eine durch Aufheben gebildete Hautfalte des Bauches ein und injiziert die gewünschte Flüssigkeitsmenge.

Auch in die Pleura- und Peritonealhöhle und in die Lunge werden solche Injektionen gemacht.

5) Die intravenöse Injektion. Bei kleineren Tieren präpariert man die Vena jugularis externa frei, unterbindet, öffnet die Vene und spritzt den Infektionsstoff ein. Bei größeren Tieren, wie z. B. Kaninchen, sticht man die Kanüle der Pravazspritze am einfachsten in die große, am äußeren Rande des Ohres verlaufende Vene ein.

6) Durch Infektion des Magens und Darmkanales. Man führt das Material entweder vorsichtig unter Anwendung eines hölzernen Maulknebels in den Magen ein, bei

Kaninchen kann man sehr bequem die Sonde zwischen die Zahnlücken hindurch führen, doch mißglückt der Versuch bei diesen Tieren sehr häufig, indem das Material infolge der Enge des Ösophagus häufig durch Verschiebung des Kehldeckels in die Trachea und die Lunge gerät. Man kann das Infektionsmaterial auch dem Futter des Tieres beimischen und es auf diese Weise in den Darmkanal gelangen lassen. Es empfiehlt sich in einigen Fällen die Magensäure durch Eingeben einer sehr verdünnten Natriumkarbonatlösung zu neutralisieren oder wenigstens abzuschwächen. Bei Injektionsversuchen mit Choleravibrionen per os injiziert man, um die Peristaltik zu verringern, einige Bruchteile eines Kubikzentimeters Opiumtinktur in den Peritonealraum.

7) Durch Inhalationsversuche. Man mischt dem getrockneten Material, welches wenn möglich sporenhaltig sein soll, Stärkemehl u. s. w. bei und versucht dieses Gemisch mit Hilfe eines Sprayapparates oder des von Buchner angegebenen Apparates in die Lungen gelangen zu lassen.

Die Tiere müssen, wenn möglich, isoliert in geräumigen, stets sauber gehaltenen Käfigen gehalten werden. Die Kadaver werden nach der Sektion am besten im Ofen verbrannt um einer Verbreitung des Infektionsstoffes vorzubeugen.

Spezielles.

Die wichtigsten parasitischen Bakterien.

1. *Bacillus anthracis*, der Milzbrandbacillus.
(Fig. 28.)

Der Milzbrandbacillus ist zuerst von Pollender im Blute milzbrandkranker Rinder beobachtet worden. Es gelang jedoch erst Koch, den Milzbrandbacillus künstlich zu züchten und seine Übertragbarkeit nachzuweisen.

Der Milzbrandbacillus bildet große, unbewegliche Stäbchen, die an den Enden scharf abgeschnitten sind und

Sporen zu bilden vermögen. Bei frischen Kulturen trifft man fast nie isolierte Stäbchen an, sondern dieselben sind in mehreren Exemplaren aneinandergereiht. Der Milzbrandbacillus gedeiht nicht bei einer Temperatur unter 15° C. Am besten kommen sie bei 36° C fort.



Fig. 28. Milzbrandbacillen. Reinkultur. Methylenblau. 800 : 1.

Auf der Gelatineplatte bildet der Milzbrandbacillus kleine weiße Kolonien, betrachtet man diese bei schwacher Vergrößerung, so erweisen sich dieselben als wirre, wollartige Fäden, deren Enden knäueförmig verwickelt sind.

Die Gelatine wird nur langsam verflüssigt.

In der Gelatinestichkultur bilden sich bei beginnender Verflüssigung dicke weiße Wolken, von denen zarte Fäden in die unteren Schichten hineinwachsen.

Auf Agar bildet sich ein dünner, mattglänzender, zäher Überzug.

Auf Kartoffeln bildet sich ein dicker Belag, in dem sich schon nach kurzer Zeit viele Sporen zu bilden pflegen.

In Bouillon wächst der Milzbrandbacillus zu langen, dicken Fäden aus, ohne dabei eine Trübung der Bouillon zu veranlassen. Der Milzbrandbacillus wächst aerob.

Die Bildung der Sporen beginnt, sobald der Nährboden erschöpft ist; am besten erzielt man sie, wenn man

mit Milzbrandbacillen infizierte Kartoffeln oder Bouillon 24—36 Stunden bei 34—36° C hält. Im hängenden Tropfen erscheinen sie in der Mitte der Bacillen, welche zu langen Ketten angeordnet liegen, als glänzende, kreisrunde Gebilde. Sie treten jedoch sehr bald unter Zerfall der Bakterienzellen aus diesen heraus und keimen, auf geeigneten Nährboden gebracht, bei Bruttemperatur in kurzer Zeit wieder aus.

Die Sporen zeigen eine verschiedene Widerstandsfähigkeit gegen äußere Einflüsse. So werden sie im strömenden Dampfe von 100° C nach v. Esmarch in 3 Minuten abgetötet; während andere Autoren eine viel größere Zeitspanne unter gleichen Verhältnissen zur Vernichtung der Sporen gebrauchten.

Unter noch nicht näher bekannten Umständen kommt es mitunter bei dem Milzbrandbacillus an der Stelle der Sporenbildung bei Eintritt von Mangel an Nährmaterial zur Bildung von Involutionsformen; die Bacillen verwandeln sich dann in unförmige Klumpen, in kommaähnliche und kokkenartige Formen.

Die Milzbrandbacillen färben sich leicht mit den gewöhnlichen Farblösungen; auch nach Gram färben sie sich.

Zur Sporenfärbung benutzt man die im Allgemeinen Teile angegebene Färbungsmethode mit Ziehlscher Lösung und nachfolgender Entfärbung mit 3% Salzsäure-Alkohol, als Gegenfarbe bringt man zweckmäßig Methylenblau an.

Im tierischen Organismus vermag der Milzbrandbacillus wegen Mangels an Sauerstoff keine Sporen zu bilden, erst nach der Eröffnung des Kadavers und den hierdurch bedingten Luftzutritt kommt es zur Sporenbildung.

Die Infektion der Rinder und Pferde erfolgt meist vom Darne aus, künstlich infiziert man Mäuse durch Verimpfung der Bakterien in der Nähe der Schwanzwurzel, Kaninchen und Meerschweinchen an beliebigen Stellen. Meist schon nach 48 Stunden erliegen die Tiere der Infektion. Die Milz erscheint stark vergrößert und in ihr sowohl als auch im Blute finden sich größere Mengen von *Milzbrandbakterien*.

Immunisierungsversuche gegen Milzbrand sind zuerst von Pasteur ausgeführt worden. Nach seiner Vorschrift werden die Tiere, Schafe, Rinder und Pferde, zuerst mit einer durch Erwärmen (dreiwöchentliches Stehenlassen der Kulturen bei 43° C) abgeschwächten Milzbrandkultur „premier vaccin“ geimpft, nach Verlauf mehrerer Tage folgt eine zweite Infizierung mit einer virulenten Kultur „deuxième vaccin“. Hierauf reagieren die Tiere zumeist mit einem heftigen Fieber und sind nun immun gegen die virulentesten Milzbrandkulturen. Diese Schutzimpfung ist in Anbetracht der großen Verheerungen, welche der Milzbrand unter den Viehbeständen anrichtet, fast allgemein eingeführt worden.

Bei Menschen erfolgt Milzbrandinfektion gelegentlich beim Vorhandensein kleiner Hautwunden, es entsteht dann die Pustula maligna. Bei Lumpensortierern tritt öfter die Hadernkrankheit auf, welche eine Lungenmilzbranderkkrankung darstellt und durch Einatmen von Milzbrandsporen erworben wird.

2. Der Tuberkelbacillus. (Fig. 29 u. Fig. 30.)

Schon vor hundert Jahren vermutete man in der Tuberkulose eine Infektionskrankheit und Villemin gelang es 1865, durch Überbringung tuberkulösen Stoffes auf



Fig. 29. Tuberkelbacillen im Sputum. Tuberkelb.-Färbung Methyl-violett, Grundsubstanz Bismarkbraun. 800:1.

Kaninchen Tuberkulose hervorzurufen. Einige Jahre später übertrug Cohnheim durch Impfung in die vordere Augenkammer Tuberkulose auf Kaninchen und führte somit den Nachweis, daß die Tuberkulose eine Infektionskrankheit ist.



Fig. 30. Tuberkelbacillen. Reinkultur. Fuchsin. 800:1.

Erst Koch gelang es, den spezifischen Erreger der Tuberkulose aufzufinden, ihn in Reinkulturen zu züchten und durch Einimpfung dieser wieder Tuberkulose hervorzurufen.

Er führte den mikroskopischen Nachweis dieser Bacillen in allen tuberkulösen Geweben und in dem Sputum der Phthisiker.

Der Tuberkelbacillus ist ein kleines, schlankes Stäbchen, mit abgerundeten Enden und ohne Eigenbewegung.

Selten sind die Bacillen vollkommen gerade gestreckt, sondern meist findet man sie geknickt oder leicht gekrümmt vereinzelt, ab und zu zu zweien oder dreien aneinander gelagert im Gewebe vor.

Koch züchtete zuerst die Tuberkelbacillen auf schräg erstarrtem Blutserum. Zur Erlangung der Reinkultur verrieb er ein wenig von tuberkulösen Knötchen in Blutserum, welches in Petrischen Schälchen erstarrt war und brachte diese Platten auf 10—14 Tage in den Brutschrank; es zeigten sich dann auf dem Blutserum hier und da kleine Kolonien von Tuberkelbacillen, die als solche im Klatsch-

präparat durch ihr Verhalten gegen Farbstoffe als solche diagnostiziert werden. Von solch einer Kultur überträgt man dann eine Platinöse voll auf schräg erstarrtes Blutserum, auf welchem sich nach ungefähr zweiwöchentlichem Stehen bei Bruttemperatur dünne, weiße Schüppchen bilden. Man verschließt die Röhren außer mit dem Wattenpfropfen noch mit einer über ersteren gezogenen Gummikappe, um den Nährboden vor dem Austrocknen zu schützen. Derartige Kulturen können monatelang aufbewahrt werden, ehe eine Überimpfung notwendig wird. Die Tuberkelbacillen verflüssigen den Nährboden nicht. Nach C. Fränkel sind solche Kulturen bis zur 82. Generation fortgezüchtet worden, ohne daß die Bacillen etwas an ihrer Virulenz und Infektionsfähigkeit oder ihren Färbungseigentümlichkeiten verloren hätten.

Auf Glycerin-Bouillon gedeihen die Tuberkelbacillen unter Bildung von brüchigen Schuppen, welche sich übereinander schieben und auf der Oberfläche der Nährflüssigkeit wachsen. Auf gewöhnlichem oder Glycerin-Agar bilden sie nach einiger Zeit kleine, weiße Knötchen, welche mit der Zeit zu Blumenkohl-ähnlichen Massen anwachsen.

Nach Pawlowsky und Sander wachsen sie auch auf Kartoffeln und Kartoffelbrühe mit Glycerinzusatz ziemlich üppig.

In den Tuberkelbacillen fand Koch helle, glänzende Körper, welche er für Sporen hielt, doch ist noch zweifelhaft, ob es sich hier um Dauerformen handelt.

Die Tuberkelbacillen besitzen eine große Widerstandsfähigkeit gegen Austrocknung und Hitze.

Der Tuberkelbacillus, welcher bei dem Menschen Lungen- und Darmschwindsucht, Tuberkulose der verschiedenen Organe und Lupus hervorrufen kann, erzeugt dieselbe Krankheit auch bei vielen Tieren, z. B. die Perlsucht des Rindes, die tuberkulösen Erkrankungen der Affen, des Pferdes, Schweines, Kaninchens etc.

Charakteristisch für die Tuberkelbacillen ist ihre Resistenz, die Farbstoffaufnahme und die damit Hand in Hand gehende schwere Entfärbung der gefärbten Zellen. *Dieses Verhalten hat sich als sehr bequem und sicher für*

die Diagnosticierung von Tuberkelbacillen gezeigt, da keine anderen Bacillen ihnen in dieser Hinsicht ähneln.

Koch färbte zuerst die Tuberkelbacillen mit einer alkalischen Methylenblaulösung und brachte nach der Entfärbung als Gegenfarbe Bismarckbraun an, die schwer zu entfärbenden Tuberkelbacillen erschienen dann blau, während Alles übrige braun gefärbt war.

Nach dem Verfahren von Koch und Ehrlich bringt man die bestrichenen Deckgläser in ein Uhrschälchen, in welchem sich Ehrlichsche Lösung, ein Gemisch von Gentianaviolett oder Fuchsin und Anilinwasser, befindet; in dieser Lösung verbleiben die Deckgläser circa 12 Stunden. Jetzt legt man die Deckgläser aus dem Schälchen direkt in eine 20—25% Salpetersäure und bringt sie von hier aus nach Verlauf einiger Stunden in 70% Alkohol, in welchem sie solange verbleiben, bis sie keinen Farbstoff mehr abgeben. Man schließt sie jetzt nach dem Anbringen einer geeigneten Gegenfarbe in Kanadabalsam ein und untersucht auf das Vorhandensein von Tuberkelbacillen, die mit Gentianaviolett oder Fuchsin gefärbt erscheinen müssen.

Friedländer bedeckt auf Objektträgern ausgestrichenes Sputum nach dem Fixieren mit einigen Tropfen Karbol-fuchsin, erhitzt die Deckgläser darauf schwach, indem er sie durch die Flamme zieht, bringt jetzt einige Tropfen salpetersauren Alkohols auf die Objektträger, spült mit wässriger Methylenblaulösung ab und untersucht das so gewonnene Präparat, ohne es mit einem Deckgläschen zu versehen.

Günther wendet zur Färbung von Tuberkelbacillen in Deckglastrockenpräparaten folgendes Verfahren an:

Das Deckgläschen, welches mit Sputum bestrichen, getrocknet und fixiert ist, wird in ein Schälchen mit frisch bereiteter Ehrlichscher Anilinwasser-Fuchsinlösung gelegt und über einer kleinen Flamme bis zur Blasenbildung erhitzt. Man stellt dann das Schälchen hin und läßt es eine Minute lang stehen. Nun bringt man das Deckglas in ein Schälchen mit 3% Salzsäure-Alkohol, in welchem man es eine Minute lang mit der Pincette auf und ab bewegt. Ist

dies geschehen, so nimmt man das Präparat aus dem saueren Alkohol heraus, spült es mit dem Wasserstrahl gründlich ab und bringt einige Tropfen verdünnter wässriger Methylenblaulösung hinauf. Jetzt folgt Abspülen des Deckglases mit Wasser, gründliches Abblasen des Präparates, Abtrocknen der leeren Seite und Trocknen des Präparates durch drei- bis zehnmaliges Ziehen durch die Flamme. Das Deckglas wird nun mit Xylolbalsam auf den Objektträger aufgekittet. Sämtliche Tuberkelbacillen erscheinen regelmäßig nach Anwendung dieser Methode intensiv gefärbt.

Aus dem Sputum, welches auf eine dunkle Unterlage ausgebreitet wird, sucht man sich nach Koch die zähen, meist gelblichen Linsen heraus, verreibt eine Spur derselben zwischen zwei Deckgläsern und behandelt diese weiter nach den vorstehenden Methoden.

Biedert empfiehlt zum Nachweis vereinzelter Tuberkelbacillen im Sputum, dieses zuerst mit Wasser zu verdünnen und dann mit Natronlauge zu kochen. Diese Masse läßt man nun in einem Spitzengläschen 3—4 Tage verdeckt ruhig stehen, gießt dann vorsichtig ab und benutzt den Bodensatz zum Anfertigen von Präparaten.

Nuttall hat ein Verfahren zur quantitativen Bestimmung angegeben, welches allerdings ziemlich kompliziert, aber nach den Belegen zuverlässig ist. Nach seinem Verfahren wird das Sputum in gereinigten Gläsern gesammelt und gemessen, je nach dem Grade der Zähigkeit versetzt man die Sputa mit kleinen Mengen Kalilauge, bis sie gleichmäßig flüssig geworden sind.

Mittelt eines Bürettentropfapparates läßt man einen Kubikcentimeter dieser Sputummasse in Tropfen auf bereit gelegte, reine Deckgläser tropfen, wobei man darauf zu achten hat, daß die Tropfen möglichst gleich groß sind. Mit einer feinen Platinnadel werden die Tröpfchen auf den Deckgläsern zu gleichmäßigen Schichten ausgebreitet und auf einer heizbaren Messingplatte bei 35—34° C getrocknet. Der kreisrund getrocknete Tropfen wird mittelst eines kleinen Haarpinsels mit einem schwarzen Ringe von einer *Mischung von Kohlenruß* und Serum umgeben. Man bringt

nun mit einem Verstäubungsapparat etwas Serum auf die angetrockneten Tropfen und überzieht sie so mit einem feinen Häutchen. Jetzt folgt das Färben und Entfärben, welches Nuttall mit Karbolfuchsin und schwefelsaurem Alkohol vornahm. In das Okular des zum Zählen benutzten Mikroskopes wird eine viereckige Blende gesetzt, die durch eine Haarlinie geteilt ist und beim Zählen der Bacillen Erleichterung gewährt.

In Verbindung mit einer der Schrauben des beweglichen Objektisches des Mikroskopes steht ein Stückchen Kork (dieses umgibt die Schraube vollständig), in welchem ein in eine feine Nadel auslaufendes Stäbchen steckt.

Die erwähnte Okularblende wird so gewählt, daß sie dem Auge eine bestimmte Anzahl von Feldabschnitten vorführt, während die Schraube eine Umdrehung macht. Eine Scheibe, welche in so viele Abschnitte eingeteilt ist, daß, wenn der Zeiger einen Abschnitt überschritten hat, das Objekt um eine Feldweite weiter rückt, ist auf einem Gestell befestigt, welches in der Mitte ein Loch hat, um die den Zeiger tragende Schraube durchzulassen.

Diese vertikal verschiebbare Vorrichtung kann an jedem Mikroskop angebracht werden. Diese Vorkehrung ermöglicht das genaue Ausmessen des Tropfens, dessen Keime mit einem gewöhnlichen Zählapparat gezählt werden. Es ist nur erforderlich, eine Anzahl von Feldstreifen zu zählen und das arithmetische Mittel der gefundenen Zahlen für die nicht gezählten Streifen anzunehmen. Aus dem Bakteriengehalt eines Tropfens läßt sich nun einfach der eines Kubikzentimeters und des gesamten Sputums berechnen, da die Tropfen, welche auf einen Kubikzentimeter kommen, gezählt worden, und die Gesamtmenge bekannt ist. Genauer werden die Resultate, wenn man verschiedene Deckgläschen durchzählt und hieraus das Mittel nimmt. Nach Nuttall findet auch in den Sputis außerhalb des Körpers eine Vermehrung der Tuberkelbacillen statt.

Tuberkelbacillen in Schnitten werden nach Günther am vorteilhaftesten nach dem Ehrlich-Kochschen Verfahren gefärbt.

3. Bacillus der Hühnertuberkulose. (Geflügeltuberkulose.)

Der Erreger der Geflügeltuberkulose ist ein Bacillus, welcher von Koch anfänglich für identisch mit dem Bacillus der Tuberkulose der Säugetiere gehalten wurde. Doch wurden später von Rivolta und Mafucci erhebliche Unterschiede zwischen den Eigenschaften des Bacillus der Hühnertuberkulose und denen des Bacillus der Säugetiertuberkulose gefunden.

Die Stäbchen der Geflügeltuberkulose sind etwas länger und etwas dünner, wie die der Säugetiertuberkulose. Sie wachsen auf Blutserum, auf Agar und Bouillon. Das Wachstum ist ein etwas schnelleres als das des Bacillus der Säugetiertuberkulose. Entsprechend der höheren Temperatur der Vögel gedeihen dieselben noch bis 43° C.

Die Kolonien auf Blutserum, welche mikroskopisch erst nach 6—8 Tagen sichtbar sind, sind anfänglich klein, wie Wachs aussehend, und breiten sich auf dem Nährboden zu einem weißen, speckigen Überzug aus. Bei Übertragung von diesem Material auf frischen Nährboden bilden sich nicht kleine Kolonien, sondern weiße Streifen, welche sich über den ganzen Nährboden verbreiten.

In Bouillon bildet sich an den Wänden der Röhrchen ein feines weißliches Pulver. Die Oberfläche ist mit einem weißen Häutchen überzogen.

Die Bacillen der Hühnertuberkulose haben eine größere Resistenz gegen Erhitzung und Austrocknung. Sie vertragen Temperaturen bis 65° ohne getötet zu werden.

Sporenbildung ist nicht beobachtet.

Die Übertragung gelingt leicht auf Vögel und zwar ist die Leber der bevorzugte Ort, in welcher die Bacillen sich lokalisieren. Tuberkulöse Hühner übertragen die Krankheit auf den Embryo.

Kaninchen sind empfänglich für die Hühnertuberkulose, doch lokalisiert sich die Krankheit bei ihnen hauptsächlich in den Lungen.

Zum Unterschiede von der Säugetiertuberkulose, zeigen sich *Meerschweinchen*, welche für diese Krankheit hervor-

ragend empfänglich sind, gegen Hühnertuberkulose vollständig refraktär.

Die färberischen Eigenschaften des Hühnertuberkulosebacillus sind dieselben, wie die des Tuberkelbacillus, er nimmt aber die Farbstoffe etwas leichter auf.

4. Bacillus Leprae.

Armauer Hansen fand in den knotenförmigen Gewebsveränderungen, namentlich in den „Leprazellen“ stäbchenförmige Organismen, von der Größe der Tuberkelbacillen. Durch Neisser wurden Hansens Angaben bestätigt.

Die Leprabacillen sind schlanke, mäßig große Stäbchen ohne Eigenbewegung. Zum Unterschiede von den Tuberkelbacillen werden dieselben durch wässrige Anilinfarbstoffe leicht gefärbt, können aber durch das oben angegebene Verfahren der Tuberkelfärbung ebenfalls gefärbt werden, ebenso durch die Gramsche Methode.

Züchtungsversuche gelangen zuerst Bordini-Uffreduzzi auf Peptonglycerinserum, das mit dem Knochenmark einer leprösen Leiche geimpft wurde und bei Bruttemperatur gehalten wurde. Von diesem Material wurde auf Gelatine weitergeimpft, es bilden sich rundliche Kolonien, die Gelatine wird nicht verflüssigt. Strichkulturen auf Agar bilden bandartige mit zackigen Rändern versehene Kolonien. Die Züchtung gelingt am besten bei 37°. Der Lepra ist auf Menschen und Tiere übertragbar.

5. Syphilis- und Smegmabacillen.

Die von Lustgarten im syphilitischen Gewebe und im Sekret syphilitischer Geschwüre gefundenen Stäbchen haben eine leicht gekrümmte Form. Diese Mikroorganismen treten im Gewebe niemals frei auf, d. h. sie liegen nicht in den Zwischenräumen der Fasern oder anderen Gewebs-elementen, sondern finden sich in großen Zellen eingeschlossen vor, dort einzeln oder zu mehreren liegend. Lustgarten hat eine spezifische Färbungsmethode angegeben. Die Präparate werden mit der Ehrlichschen Lösung von Anilinwassergentianviolett gefärbt etwa 24 Stunden bei

Zimmertemperatur, dann kommen dieselben in absoluten Alkohol, darauf für 10 Sekunden in eine $1\frac{1}{2}\%$ Lösung von Kalium permanganat. Das überschüssige Manganhyperoxyd wird durch eine wässrige Lösung von schwefeliger Säure entfernt. Die Bacillen erscheinen dann violett, während das Gewebe entfärbt ist. Dieselbe Methode wandte Lustgarten an bei der Untersuchung von syphilitischen Sekreten, d. h. in Deckglastrockenpräparaten.

Eine andere Methode wurde von Giacomi angegeben. Derselbe färbt Deckglastrockenpräparate mit heißem Anilinwasserfuchsin wenige Minuten, Schnitte 24 Stunden und entfärbt mit schwacher Eisenchloridlösung, die später konzentriert angewendet wird. Deckgläser werden in Wasser, Schnitte in Alkohol abgespült.

Ob den Syphilisbacillen, welche immer nur in verhältnismäßig recht geringer Menge gefunden wurden, die spezifische Bedeutung zukommt, ist zweifelhaft, zumal es bis jetzt nicht gelungen ist, dieselben künstlich zu züchten.

Noch mehr in Frage gestellt wurde die Spezifität der Lustgartenschen Bacillen als Alvarez und Tavel im Smegma praeputiale und vulvare Bacillen entdeckten, welche genau die färberischen Eigenschaften hatten, wie die Lustgartenschen. An Größe und Aussehen kommen dieselben jenen gleich. Doch spricht für Lustgarten, daß die Syphilisbakterien auch im Gewebe vorkommen, ferner, daß sich die von Tavel „Smegmabacillen“ genannten Organismen in Alkohol sehr schnell entfärben, während jene die Alkoholbehandlung längere Zeit ohne Schaden vertragen.

6. Bacillus Mallei (Rotzbacillen).

Löffler und Schütz gelang es eine bestimmte Bakterienart als den Träger des Infektionsstoffes des Malleus (Rotzkrankheit) einer speziell bei Pferden und Eseln, aber auch auf den Menschen übertragbaren Infektionskrankheit, festzustellen, denselben außerhalb des Organismus zu züchten und damit die besondere Bedeutung dieser Bacillen zu erweisen.

Der Rotzbacillus ist ein kleines, schlankes Stäbchen mit abgerundeten Enden, ohne Eigenbewegung. Ob Sporen-

bildung vorhanden ist oder nicht, ist noch unentschieden. Doch nimmt Löffler die Möglichkeit des Vorkommens von Dauerformen an, da die Bacillen in trockenem Zustande sich fast 3 Monate lebensfähig erhalten. Der Bacillus läßt sich auf den gewöhnlichen Bakteriennährböden züchten. Er gedeiht bei einer Temperatur nicht unter 25°, am besten bei 30—40° und nicht über 42°. Auf Agar erscheinen die Kolonien als hellgelbe oder weißglänzende Auflagerungen. Auf Kartoffeln bildet sich nach 2—3 Tagen bei Bruttemperatur auf der Oberfläche ein eigentümlicher, wie eine dünne Honigschicht aussehender Belag, der allmählig dunkeler wird.

Übertragungen von künstlicher Kultur auf empfängliche Tiere erzeugen echten Rotz in allen seinen Eigenschaften und Merkmalen. Empfänglich sind von Haustieren Pferde, Esel, Ziegen und Katzen, wenig empfänglich Schafe, Hunde und Schweine. Rinder sind immun. Feldmäuse sind sehr, Meerschweinchen und Kaninchen weniger empfänglich, weiße Mäuse sowie Hausmäuse sind immun. Die künstlichen außerhalb des Körpers gezüchteten Rotzbacillen büßen fast stets ihre Giftigkeit rasch ein.

Die Infektion erfolgt in der Regel wohl von kleinen Verletzungen der äußeren Haut. Beim Pferde ist es fast regelmäßig die Nasenhöhle, an welcher sich die Rotzgeschwüre etablieren. Später kommt es zu Verdickungen der Lymphdrüsen und zu Abscedierungen.

Die Bacillen nehmen die Anilinfarbstoffe leicht auf, nach Gram entfärben sie sich. Die Darstellung der Bacillen in Schnitten gelingt bei frischerem Material leichter als bei älterem. Die Färbung geschieht am besten nach Löffler. Färbung der Schnitte in Löfflerschem Methylenblau 5 Minuten. Danach kommen die Schnitte aus dem Methylenblau in eine Mischung von schwefliger Säure und Oxalsäure in der Zusammenstellung:

10 ccm Aqua dest.

2 Tropfen konz. schwefl. Säure

1 Tropfen 5% Oxalsäure.

Die Bacillen erscheinen tiefblau auf blassem Grunde. Doppelfärbung ist noch nicht gelungen. Die Bakterien

liegen meist in den Knötchen versammelt, die Gefäße erscheinen frei von Bacillen.

7. Bacillus des Malignen Ödems.

Der Bacillus oedematis maligni, welcher von Pasteur als „vibrion séptique“ beschrieben wurde, ist 1881 von Koch entdeckt. Er kommt in den oberflächlichen Schichten von gedüngter Gartenerde, Schmutz und Staub aus den Füllungen der Zimmerböden vor. Er ist von der Länge des Milzbrandbacillus, nur etwas schmaler, an den Enden abgerundet. Er zeigt Eigenbewegung, welche durch Geißelfäden vermittelt werden, welche sich an den Enden und seitlich ansetzen. Der Bacillus ist ein streng obligater Anaërobe, deshalb verliert er seine Beweglichkeit, wenn man ihn im hängenden Tropfen untersucht, durch Zutritt von Sauerstoff sehr bald. Die Bacillen haben die Neigung sich zu längeren Fäden zu vereinigen. Sie bilden endständige Sporen, die man als Trommelschläger- oder Köpffchenform bezeichnet.

Sie wachsen auch auf gewöhnlichen Nährböden bei Zimmertemperatur, aber nur unter Ausschluß von Sauerstoff (die Züchtungsmethoden cf. p. 29 ff.). In Reagensglaskultur mit Gelatine beschränkt sich das Wachstum auf die unteren Teile des Impfstriches, mit Entwicklung von reichlichen Gasblasen. Die Gelatine wird verflüssigt, dabei getrübt. Im Agar entstehen kugelförmige mit Flüssigkeit angefüllte Hohlräume, wobei sich ebenfalls Gasproduktion bemerkbar macht.

Außer verschiedenen Tieren ist auch der Mensch für die Infektion mit dem Bacillus empfänglich. Die Infektion ist nur möglich, wenn der Bacillus in eine subkutane Hauttasche des Versuchstieres gebracht wird, eine einfache kutane Impfung genügt nicht, da die Vermehrung der Bacillen durch Anwesenheit von Sauerstoff ausgeschlossen ist. Man findet bei der Sektion ein allgemeines, subkutanes Ödem, und hierin massenhaft die Bacillen. In den übrigen Organen namentlich im Blute findet man keine Bacillen. Ein abweichendes Verhalten zeigt nur die Maus, bei der

die Bacillen tief in die Organe eindringen, die Wandungen der Gefäße durchbrechen und durch den Blutstrom in die entfernteren Organe, wie Lunge, fortgeschwemmt werden.

Der Bacillus des malignen Ödems läßt sich mit kalten wässerigen Farbstoffen färben, nach Gram wird er entfärbt.



Fig. 31. *Bacillus tetani*. Reinkultur. Fuchsin. 800:1.

8. *Bacillus tetani*. (Fig. 31.)

Im Jahre 1884 wurde von Carle und Rattone die Entdeckung gemacht, daß der Wundstarrkrampf eine Infektionskrankheit sei. In demselben Jahre entdeckte Nicolaier einen Bacillus in Gartenerde und im Wundeiter von an Tetanus Verstorbenen. Derselbe ist ein schlankes, borstenförmiges Stäbchen mit einer endständigen Spore. Reinzüchtung gelang ihm nicht.

Kitasato gelang es, die Stäbchen mit den endständigen Sporen dadurch rein zu züchten, daß er alle anderen auf Agar mitkultivierten Bakterien durch Erhitzen auf 80° tötete, und aus den lebend gebliebenen Tetanusbacillen eine Reinkultur herstellte. Der Tetanusbacillus ist obligat anaërob. Er ist etwas kleiner als der Bacillus des malignen Ödems und besitzt geringe Eigenbewegung. Er bildet endständige, kreisförmige Sporen, die dicker sind als das Stäbchen.

Von Brieger ist eine Reihe Alkaloiden aus Tetanus-kulturen hergestellt (Tetanin), welche äußerst giftig und starrkrampferregend sind.

Der Tetanusbacillus färbt sich mit kalten, wässrigen Farblösungen; auch nach Gram läßt er sich färben.

9. Bacillus der Hühnercholera. §

Durch Perroncito, später von Pasteur wurden im Darminhalt, im Blut und in den Organen von Hühnern, welche an Hühnercholera (Choléra des poules) zu Grunde gegangen, eigentümlich gestaltete Bakterien gefunden. Pasteur gelang es, dieselben künstlich zu züchten und erfolgreich auf gesunde Tiere zu übertragen und hat damit den unumstößlichen Beweis für die ursächliche Bedeutung der Mikroorganismen geliefert.

Die Hühnercholeraabacillen sind kurze, plumpe Stäbchen mit abgerundeten Enden, ohne Eigenbewegung.

Sie färben sich mit den gewöhnlichen Färbungsmitteln, zeigen dabei die Eigentümlichkeit, daß häufig nur die beiden Enden gefärbt erscheinen, während die Mitte ungefärbt bleibt. Nach der Gramschen Methode lassen sie sich nicht färben, da sie sich unter Einfluß des Jods wieder entfärben.

Sie wachsen auf den gewöhnlichen Nährböden bei Zimmertemperatur, wie bei Bruttemperatur; auf Kartoffeln nur bei Bruttemperatur. Auf der Gelatineplatte bilden sich etwa am dritten Tage kleine weiße Pünktchen in der Tiefe, welche langsam an die Oberfläche vordringen. In Gelatinestichkultur entwickelt sich im Verlauf des Impfstiches ein weißer, zarter Streifen, an der Oberfläche ein geringer zarter Belag. Die Gelatine wird nicht verflüssigt. Auf Agar zeigt sich ein leichter, weißlicher, glänzender Belag.

Sporenbildung findet nicht statt.

Die Infektion findet bei Hühnern von Tier zu Tier statt, vermittelt durch die Darmentleerungen erkrankter Tiere, welche mit der Nahrung von den gesunden Vögeln *aufgenommen* wird. Künstlich gelingt die Infektion durch

Verfütterung von Kulturen und durch subkutane Einverleibung derselben.

Pasteur hatte bekanntlich bei der Hühnercholera seine ersten Versuche über Immunität angestellt. Er entdeckte, daß die Kulturen von Hühnercholeraabacillen durch längeres Stehen an der Luft ihre Virulenz einbüßten und nur im stande waren örtliche Erkrankungen bei den geimpften Tieren hervorzurufen, welche sich dann immun gegen Infektion mit virulenten Kulturen zeigten.

10. Bacillus der Kaninchenseptikämie.

Der Bacillus der Kaninchenseptikämie ist ein von Gaffky aus dem Wasser der Panke, eines berichtigten Nebenlaufs der Spree, gezüchtete Bakterienart, welche die Eigenschaft hat, für Kaninchen außerordentlich infektiös zu sein, indem dieselben nach kleinen Impfungen regelmäßig in 16—20 Stunden zu Grunde gehen. Bei der Sektion findet man recht erhebliche Schwellung der Milz und der Lymphdrüsen, im Blute und in allen Organen die Bacillen. Ihr Verhalten in Bezug auf Wachstum und Färbung zeigt eine große Übereinstimmung mit den Hühnercholeraabacillen, so daß sie möglicherweise mit diesen identisch sind.

11. Bacillus des Schweinerotlaufs.

Eine bei Schweinen edler Rassen epidemisch auftretende Infektionskrankheit ist der Schweinerotlauf (rouget oder mal rouge des porcs), von der nur jüngere Individuen bis zu 3 Jahren befallen werden; sie gehen meist nach 24 bis 48 Stunden zu Grunde. Löffler fand im Blute, in den Muskeln und der Haut einen eigentümlichen Mikroorganismus, welchen er künstlich züchtete und dessen Pathogenität für Mäuse und Kaninchen er feststellte. Schütz bestätigte seine Untersuchungen. Die Bacillen sind kleine $1-1\frac{1}{2} \mu$ lange Stäbchen, welche sich mit den gebräuchlichen Anilinfarbstoffen färben, sie färben sich auch nach der Gramschen Methode.

Übertragungsversuche gelingen bei Schweinen, Kaninchen, Tauben, Haus- und weißen Mäusen. Refraktär sind

dagegen Rinder, Schafe, Pferde, Esel, Hunde, Katzen, Meerschweinchen, Feldmäuse, Hühner, Gänse und Enten.

Die Gelatine wird nicht verflüssigt. Auf der Platte bilden sich Kolonien, welche zierlich verästelte Massen darstellen, welche Knochenkörperchen ähnlich sind.

In der Reagensglaskultur gehen vom Stichkanal zahlreiche verzweigte Fäden aus, so daß die Gelatine trübe erscheint.

Auf Agar kommt es längs des Impfstreiches zur Entstehung eines zarten Belags. Auf Kartoffeln gedeiht der Bacillus nicht.

Pasteur ist es gelungen, bei dieser Krankheit durch Impfung mit dem abgeschwächten Gift künstliche Immunität zu erzeugen. Er impft zuerst mit einem fast unschädlichen premier und einen stärkeren deuxième vaccin, der 12 Tage später zur Anwendung kommt. Die Versuche Schütz's bestätigten die Angaben Pasteurs und ist es ihm ebenfalls gelungen, abgeschwächte Kulturen zu erzielen, welche dieselben Eigenschaften besaßen, wie der Impfstoff Pasteurs.

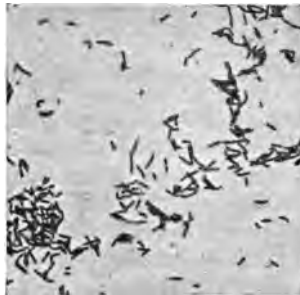


Fig. 32. Bacillus der Mäuseseptikämie. Reinkultur. Fuchsin. 800:1.

12. Bacillus der Mäuseseptikämie. (Fig. 32.)

Auch die Mäuseseptikämie ist wie die Kaninchenseptikämie eine experimentelle Infektionskrankheit. Koch fand

im Blute von Mäusen, denen er faulendes Fleischinfus einspritzte und die infolgedessen an Septikämie zu Grunde gingen, regelmäßig sehr kleine Stäbchen, welche denen des Rotlaufs ähnlich, aber etwas dünner und schmaler waren. Außer Milzschwellung fand sich keine Veränderung in den Organen.

Die Bacillen färben sich leicht mit wässerigen Farblösungen, ebenso färben sie sich nach der Gramschen Methode.

13. Bacillus des Mäusetyphus. *Bacillus typhi murium*.

Der Mäusetyphus ist eine von Löffler entdeckte Krankheit der weißen Mäuse und der Feldmäuse. Er fand bei den durch diese Krankheit in seinem Laboratorium zu Grunde gegangenen Mäusen einen kurzen Bacillus, welcher lebhaft Eigenbewegung besaß, welche durch seitenständige Geißeln bedingt wird.

Auf der Gelatineplatte bilden sich oberflächliche Kolonien, welche dem Belag der Typhusbacillen ähnlich ist. Die Gelatine wird nicht verflüssigt.

Auf Agar entstehen grauweiße Beläge, auf Kartoffeln weißliche Auflagerungen. Sporenbildung ist nicht beobachtet.

Der Bacillus ist pathogen für weiße und graue Mäuse und für Feldmäuse. Sie gehen innerhalb 6—12 Tagen zu Grunde.

Bekannt ist das Unternehmen Löfflers, die Feldmausplage in Thessalien mittels des Mäusetyphusbacillus erfolgreich zu bekämpfen. Katzen, Ratten, Vögel, Hühner, Meerschweinchen und Kaninchen zeigen sich bei Verfütterung des Infektionsmaterials unempfindlich. Durch subkutane Infektion erkrankten kleine Vögel, Ratten, Tauben und Meerschweinchen.

Die Kulturen auf der Gelatineplatte zeigen große Ähnlichkeit mit denen des Schweinerotlaufs. In der Stichtkultur zeigen sich um den Impfstich herum blaugraue trübe Wolken, welche schichtweise übereinanderliegen.

Auf Kartoffeln gedeiht der Bacillus nicht. Sporenbildung ist von Koch beobachtet worden.

14. Bacillus der Schweineseuche.

Die Schweineseuche wurde zuerst von Löffler als eine selbständige Krankheit erkannt, welche früher mit Rotlauf zusammengeworfen wurde. Die Mikroorganismen, welche derselbe fand, haben große Ähnlichkeit mit der Hühnercholera. Ihr morphologisches Verhalten unterscheidet sich von dem der Hühnercholera gar nicht. Dagegen bietet der Tierversuch erhebliche Unterschiede. Hühner und Tauben sind völlig unempfindlich, während Meerschweinchen im hohen Grade empfänglich sind für das virus der Schweineseuche. Gegen Hühnercholera bacillen zeigen sie gerade das entgegengesetzte Verhalten. Schweine gehen regelmäßig nach 24—48 Stunden zu Grunde.

15. Bacillus der Diphtherie.

Da die Diphtherie eine infektiöse Krankheit ist, wie wenig andere, so war es erklärlich, daß man lange nach einem spezifischen Mikroorganismus geforscht hat, welcher die Krankheit erzeugt. So gelang es zuerst Löffler eine Bacillenart zu konstatieren, welche für Tiere pathogen war, aber nicht im stande war, echte Diphtherie bei denselben hervorzurufen. Löffler sprach sich deshalb anfänglich sehr reserviert darüber aus, ob diese Bacillen die Erreger der Diphtherie seien, zumal er auch in der Mundhöhle eines gesunden Kindes dieselbe Bacillenart auffand. Spätere Untersuchungen von Löffler, Roux, Escherich, Brieger und Fränkel haben gezeigt, daß der Bacillus sich konstant bei Diphtherie vorfindet, daß Kulturen in die geöffnete Trachea von Meerschweinchen und Kaninchen gebracht, echte Diphtherie erzeugen und sich bei längerer Krankheitsdauer echte diphtherische Lähmungen entwickelten. Diese Thatsachen lassen wohl keinen Zweifel, daß der Löfflersche Bacillus der Erreger der menschlichen Diphtherie ist.

Der Diphtheriebacillus ist ein gerades oder leicht gebogenes Stäbchen von der Größe eines Tuberkelbacillus,

aber viel dicker. Öfter finden sich die Enden kolbig verdickt oder knotig aufgetrieben. Der Bacillus ist unbeweglich und bildet keine Sporen.

Er nimmt leicht wässrige alkoholische Farblösungen auf, am besten Löfflersche Methylenblaulösung. Er färbt sich auch nach der Gramschen Methode.

Nach Löffler wächst der Diphtheriebacillus auf einem Nährboden, welcher aus 3 Teilen Hammelblutserum, 1 Teil neutralisierter Kalbfleischbouillon, 1^o/_o Pepton, 1^o/_o Traubenzucker und $\frac{1}{2}$ ^o/_o Kochsalz bereitet wird. Das Temperaturoptimum ist 33—37° C. Auf diesem Nährboden bilden die Bacillen nach 2—3 Tagen einen weißlichen undurchsichtigen feuchtglänzenden Überzug.

Auf Gelatine, welche nicht verflüssigt wird, bilden sich rundliche, weiße Kolonien mit unregelmäßigen Rändern. In der Stichkultur erblickt man kleine, weiße Pünktchen, dabei zeigen die Stäbchen in der Gelatine öfters Neigung zu entarten und die wunderlichsten Formen anzunehmen. Die Glieder erscheinen angeschwollen, keulenförmig oder wurst- und flaschenförmig.

Die Lebensfähigkeit der Bacillen ist eine eminent große. Selbst nach der Austrocknung beobachtete Löffler eine Entwicklungsfähigkeit nach 101 Tagen.

Auf Agar ist das Wachstum ein geringes und verlieren die Kulturen bald an Virulenz.

Auf Kartoffeln wächst der Bacillus nur, wenn die Oberfläche derselben alkalisch gemacht ist.

Von Brieger und C. Fränkel ist aus den Diphtheriekulturen ein überaus giftiger Eiweißkörper hergestellt, welcher zu den „Toxalbuminen“ gehört.

16. Bacillus typhi. (Fig. 33.)

Der Bacillus des Typhus wurde von Eberth im Jahre 1880 zuerst beschrieben, als ein Mikroorganismus, welcher sich durch Aussehen, Anordnung im Gewebe und durch seine mangelhafte Empfänglichkeit für Farbstoffe von den einfachen Fäulnißbakterien deutlich unterschied. Von Gaffky wurde er dann einem eingehenden Studium unterworfen,

daß kein Zweifel mehr an der Bedeutung dieser Bacillenart für die Entstehung des Typhus bleiben konnte.

Der Typhusbacillus ist ein kleines Stäbchen mit abgerundeten Enden, im Gewebe meist einzeln liegend, in Kulturen häufig zu langen Fadenverbänden auswachsend.



Fig. 33. Bacillus typhi mit Geißeln (Spinnenform). Löfflersche Färbung. 800 : 1.

Er hat sehr lebhaftige Eigenbewegung, welche nach Löffler durch Geißelfäden bewirkt wird. Dieselben setzen sich an den Enden und seitlich an, so daß die Bacillen in der Färbung das Aussehen von Spinnen erlangen.

Sporenbildung soll nach Gaffky vorhanden sein, doch ist das Verhandensein derselben durch den Umstand noch eine Streitfrage, als eine Hauptbedingung von Sporen nicht erfüllt ist, nämlich ihre Resistenz gegen höhere Temperaturen.

Die von Gaffky als Sporen angesehenen Gebilde werden nämlich schon durch 10 Minuten langes Erhitzen auf 60° sicher abgetötet.

Die Typhusbacillen färben sich mit der gewöhnlichen wässerigen Farblösung schwer, es empfiehlt sich die Färbung unter leichter Erwärmung vorzunehmen und mit Wasser, nicht mit Alkohol abzuspülen. Nach Gram werden die Bacillen entfärbt.

Der Typhusbacillus gedeiht sowohl bei Sauerstoffabschluß wie bei Anwesenheit von Sauerstoff, im letzteren

Fall ist die Entwicklung eine bedeutend lebhaftere. Er gedeiht auf den gewöhnlichen bakteriologischen Nährböden bei Zimmertemperatur wie bei Bruttemperatur.

In der Gelatinekultur, welche nie verflüssigt wird, bilden sich hauptsächlich oberflächliche Kolonien, der Belag, der die Gelatine oberflächlich kriechend überzieht, ist grauweiß durchscheinend. Zuweilen liegen die Kolonien tiefer und nehmen eine Wetzsteinform an. Auch bei der Stichkultur zeigt sich hauptsächlich Oberflächenwachstum von perlmutterartigem blaugrauen Glanz.

Auf Kartoffeln zeigt sich das Wachstum der Typhusbacillen in charakteristischer Form. Nach 2—3 Tagen erzeugt der Bacillus einen sehr üppigen, für das Auge fast unsichtbaren Rasen; man bemerkt nur eine feuchtglänzende Oberfläche. Entnommene Partikelchen zeigen den Bacillus in überraschender Menge.

Durch dieses Wachstum unterscheidet sich der Typhusbacillus von anderen Bakterienarten, so von dem Emmerichschen, der eine schmierige, gelbliche, dicke Schicht bildet. Der Bacillus ist kein reiner Parasit, da er im stande ist auch auf andere Nährböden, Althäabkochungen, Milch, Wasser zu vegetieren.

Der Typhusbacillus ist auf Tiere nicht übertragbar.

Beim Menschen bildet der Darm stets die Eingangspforte, sei es durch bacillenhaltiges Trinkwasser, oder durch Milch, sei es, daß durch beschmutzte Finger, Wäsche eine Infektion stattfindet.

In den Entleerungen Typhöser, hat Pfeiffer die Typhusbacillen nachgewiesen. Neuhaus entdeckte in dem Blute, welches er dem Roseolaexanthem entnahm, ebenfalls das Vorhandensein der Bacillen. Brieger hat aus Kulturen der Typhusbacillen ein giftiges Alkaloid „Typhotoxin“ dargestellt, welches die Zusammensetzung $C_7 H_{17} N O_2$ hat. Angeblich gelungene Tierversuche beruhen anscheinend auf Intoxikationen mit diesem Ptomain.

17. *Bacterium coli commune*.

Das *Bacterium coli commune* wurde von Escherich konstant in dem Darne von Säuglingen gefunden, aber auch

im Wasser von Orten in denen Typhus herrscht. Es bildet Stäbchen, welche schlank, 0,3—0,4 μ breit, von geringer Beweglichkeit sind. Die Färbung gelingt mit den üblichen Farbstoffen, nach Gram wird derselbe entfärbt.

In Gelatinekulturen bilden die Kolonien ein oberflächliches dünnes Häutchen von mattweißer Farbe und einen unregelmäßig gebuchteten Rand. Die Gelatine wird nicht verflüssigt. In der Stiechkultur treten längs des Impfstrichs weiße Knöpfchen auf. Die Kolonien auf Kartoffeln haben ein gelbes saftiges Aussehen. Sporenbildung existiert nicht.

Im Wachstum unterscheidet sich das *Bacterium coli commune* vom *Typhusbacillus* darin, daß dasselbe beim *Bacterium coli commune* auf den Impfstrich beschränkt bleibt, während das des *Typhusbacillus* einen ziemlich breiten Strich mit ausgebuchteten Rändern erzeugt.

Für Kaninchen ist der *Bacillus* pathogen, dieselben gehen nach subkutanen Injektionen nach 1—3 Tagen an Diarrhöen zu Grunde.

Milch wird unter Säurebildung zur Gerinnung gebracht und Traubenzuckerlösung gerät durch die Bakterien in Gährung.

18. *Bacillus* des Rhinosklerom.

Im Rhinosklerom, einer Krankheit, welche sich durch Entstehen von Verdickungen der äußeren Haut und das Auftreten von Geschwulstmassen im Nasenrachenraum kennzeichnet, wurden zuerst von Frisch sowohl im Gewebe als im Gewebssaft dieser Rhinoskleromgeschwülste kurze Stäbchen aufgefunden, die keine Eigenbewegung haben und in Kapseln eingeschlossen sind. Schnitte färben sich sehr schwer. Man färbt sie am besten zweimal 24 Stunden in Löfflerscher Methylenblaulösung, werden dann mit jodhaltigem Wasser gewaschen und 2—3 Tage mit Alkohol entfärbt. Auch die Gramsche Methode läßt sich anwenden. Die Kapselfärbung geschieht, indem man mit Anilinwassergentianviolett färbt, mit essigsauerem Wasser auswäscht und mit Karbolfuchsin nachfärbt.

Paltauf und Eiselberg haben den *Bacillus* reingezüchtet. Auf der Gelatineplatte zeigen sich rundliche Kolonien.

Die Stiehkultur hat die Form der sogenannten Nagelkultur, ähnlich der Kultur des Pneumokokkus, der Kopf erscheint aber etwas durchsichtiger als der dicke, weißglänzende Belag bei jener. Die Kapseln bleiben bei den Züchtungsmethoden erhalten, in Bouillon gehen dieselben zu Grunde.

Impfungen mit Rhinoskleromkulturen erzeugen kein Rhinosklerom.



Fig. 34. Bacillus des Rauschbrandes. Reinkultur. Fuchsin. 800 : 1.

19. Bacillus des Rauschbrandes. (Fig. 34.)

Der Rauschbrand, von Bollinger als selbständige Krankheit erkannt, befällt fast nur Rinder im ersten bis dritten Jahre und ist fast stets tödlich. Die Krankheit besteht in Anschwellung der Haut und der Muskulatur, welche beim Überstreichen oder Drücken knistert, rauscht; dabei besteht hohes Fieber, bis nach 3—4 Tagen der Tod erfolgt. Bei der Sektion findet man das Unterhautzellgewebe zu einer gelblichen, blutig gefärbten Masse verändert, welche von der schwarzbraunen Muskulatur bedeckt ist.

In dem Gewebe befindet sich ein spezifischer Bacillus, welcher von Kitasato in festen Nährböden gezüchtet wurde.

Der Bacillus ist ein 3—6 μ langes, 0,5—0,7 μ dickes Stäbchen, mit mäßig lebhafter Eigenbewegung, welche durch zahlreiche Geißelfäden bedingt wird.

Der Bacillus ist ein exquisit anaërober. Er wächst auf den gewöhnlichen Nährböden am besten bei 36—38°. Die Gelatine wird verflüssigt. Die Kolonien erscheinen als kugelige, mit Flüssigkeit angefüllte Hohlräume. Bouillonkulturen riechen nach ranziger Butter. Der Bacillus bildet Sporen.

Der Rauschbrandbacillus färbt sich leicht mit den gewöhnlichen Farblösungen, nach der Gramschen Methode verlieren die Bacillen ihre Farbe.

Auf Rinder, Schafe, Ziegen, Meerschweinchen gelingt die Übertragung der Infektion leicht, Pferde, Esel zeigen nur lokale Störungen, Tauben, Mäuse, Schweine, Hunde, Katzen und Kaninchen sind fast immun.

Meerschweinchen, Schafe und Rinder können nach Kitt mit einem Impfstoff, welcher aus getrocknetem Rauschbrandfleisch, durch sechsstündige Erhitzung im strömenden Dampf von 100° C. gewonnen ist, gegen Rauschbrand immunisiert werden.



Fig. 35. *Vibrio Cholerae*. Klatschpräparat. Fuchsin. 800:1.

20. *Vibrio Cholerae*. Kommabacillus der Cholera asiatica. (Fig. 35.)

Die Cholera suchte Europa in den Jahren 1829—1837 zum ersten Male heim, indem sie ihren Ausgang von Indien her nahm und Europa in einem breiten Strome überflutete und große Verheerungen anrichtete. Man nennt sie nach

ihrer Herkunft asiatische oder echte Cholera. Die Ansichten über die Entstehung der Cholera, welche ich nur andeuten will, waren damals ziemlich einseitig, man nahm an, daß ein giftiges Produkt, dessen Träger vielleicht die Luft sei, die Verbreitung der Epidemie und diese selbst verursachte, räumte auch örtlichen Verhältnissen einige Bedeutung bei. Seit 1883 wissen wir durch die Entdeckung Kochs, daß der Erreger der Cholera asiatica eine ganz bestimmte Bakterienart ist, den Koch den Kommabacillus der Cholera genannt hat.

Derselbe findet sich in den Ausleerungen von Cholera-kranken, ferner in dem Darminhalt von frischen Cholera-leichen, ferner in dem Gewebe der Darmwand, in äußerst seltenen Fällen auch in den Nieren.

Der *Vibrio* der Cholera asiatica ist ein leicht kommaförmiges gekrümmtes plumpes Stäbchen, etwa halb so lang, als der Tuberkelbacillus, aber etwas dicker. Sie liegen meistens einzeln und haben lebhaftere Eigenbewegung. Häufig lagern sich zwei Vibrionen so aneinander, daß die Krümmungen nach verschiedenen Seiten sehen und so die Form eines S bilden. Öfter, namentlich in künstlichen Kulturen, wenn der Nährboden anfängt erschöpft zu werden, bilden sich längere Verbände, welche mäßig steile Windung haben. Man faßt dieselben als Involutionserscheinungen auf.

Die Kommaform bei den Choleravibrionen ist nicht konstant; man findet häufig nur wenig gekrümmte, oft geradere Stäbchen und zwar zeigt sich in jüngeren Kulturen die Kommaform ausgeprägter wie in älteren. Auch bei einzelnen Epidemien hat man beobachtet, daß dieselben Vibrionen producieren, welche eine ausgesprochene Kommaform besitzen, während bei anderen sich mehr eine geradere Form vorfindet.

An den lebhaft beweglichen Vibrionen, welche im Gelatinetropfen „wie ein tanzender Mückenschwarm“ hin und herschwirren, hat Löffler endständige Geißeln nachgewiesen und zwar besitzt jeder *Vibrio* eine einzige Geißel, welche durch die von Löffler angegebene Methode sichtbar zu machen ist.

Sporenbildung ist von Koch und anderen nicht beobachtet worden. Der von Hueppe als Arthosporenbildung beobachtete Vorgang ist als Involutionerscheinung aufzufassen, da als Kriterium einer Sporenbildung vor allem gilt, daß dieselbe einen Dauerzustand bezeichnet. Nach unseren jetzigen Erfahrungen besitzen die Cholera vibrionen keine Form, welcher ein höheres Maß von Widerstandsvermögen zukommt, sie vielmehr gehören zu den empfindlichsten Bakterien die wir kennen.

Der Cholera vibrio wächst auf den gewöhnlichen bakteriologischen Nährböden, sowohl bei gewöhnlicher als bei Bruttemperatur, bei letzterer besser. Er verlangt einen alkalischen Nährboden, und hört sein Wachstum selbst bei schwach saurerer Reaktion des Nährbodens vollständig auf. Bei Temperaturen über 50° gehen die Vibrionen zu Grunde. Bei einer einstündigen Einwirkung einer Temperatur von -10° C werden nach einem Versuche von Koch die Bacillen nicht abgetötet, sondern sind im stande nach dem Aufthauen in frische Nährgelatine gebracht, ebenso üppig wie sonst, weiter zu wachsen.

Chemische Eingriffe, sowie Säuren vertragen die Kommabacillen schlecht, auch sind sie gegen Austrocknen sehr empfindlich; dagegen können sie sich im feuchten Zustande mehrere Monate lang lebensfähig erhalten.

Im Kampf mit anderen Bakterien, werden sie von letzteren leicht überwuchert. So kommen die Bacillen im gewöhnlichen Wasser nicht gut weiter, dagegen giebt destillirtes keimfreies Wasser einen guten Nährboden ab, in welchem sie gedeihen und sich nicht unerheblich vermehren können.

Die Versuche im Kaiserlichen Gesundheitsamte im Jahre 1892, über die Zeit, in welcher Cholera bacillen auf den verschiedenen Nahrungs- und Genußmitteln und in Getränken absterben, haben ergeben, daß dieselben um so schneller absterben, je größer der Säuregehalt des Nährmediums war, so in Rotwein nach 15 Minuten, Weißwein nach 5 Minuten, in Bier nach 2—3 Stunden, auf Tabak *in 1—24 Stunden.*

Auf der Gelatineplatte erscheinen nach der gewöhnlichen Zeit Kolonien, die zackige gebuchtete Ränder besitzen und deren Inhalt grobkörnig ist. Bei hundertfacher Vergrößerung haben dieselben ein Aussehen, daß an ausgestreute Glasstückchen erinnert. Mit Zunahme des Wachstums bemerkt man eine langsam vor sich gehende Verflüssigung des Nährbodens, was man im Mikroskop durch das Auftreten eines Lichthofes um die Kolonie bemerkt. Allmählig zeigen sich auf der Platte, an dem Orte der einzelnen Kolonien kleine trichterförmige Vertiefungen, welche durch Verdunsten des Wassers in der langsam verflüssigenden Gelatine entstehen. Dadurch erhält die Platte das Aussehen, das einer blatternarbigem Hautfläche ähnlich sieht.

In der Gelatinestichkultur geht ebenfalls die Verflüssigung sehr langsam vor sich, hauptsächlich ist sie an der Oberfläche bemerkbar. Durch Verdunsten des Wassers erscheint eine mit der äußeren Luft kommunizierende Luftblase auf der trichterförmigen Einsenkung. Das Wachstum erfolgt längs des ganzen Impfstiches. Die Hauptmenge der Kultur sammelt sich dicht unter der Luftblase, während der mittlere Teil des Impfstiches einen fast leeren glänzenden Faden in der Gelatine darstellt, „wie ein ausgeblasenes Kapillarrohr“; die hier gewachsenen Bakterien senken sich in das untere Drittel des Impfstiches, wo sie einen lockig aufgedrehten gelbweißlichen Faden darstellen. Nach 4 Wochen ist die ganze Gelatinemasse verflüssigt. Auf der Oberfläche bildet sich häufig eine weißliche Decke, in welcher man die oben beschriebenen Involutionsformen der Choleravibrionen antrifft.

Auf Agar wachsen die Cholerabacillen in Stichkultur als feuchter weißglänzender Überzug.

Kartoffelkulturen brauchen zu ihrem Wachstum etwas höhere Temperaturen wie 21—22° C. Es bildet sich in der Umgebung der Impfstelle ein hellgraubrauner, saftigglänzender Belag. Bei Bruttemperatur ist das Aussehen dasselbe. Mit Vorteil wird man die Oberfläche mit Hilfe von Sodalösung alkalisch machen, oder sie mit einer drei-prozentigen Kochsalzlösung behandeln.

Blutserum wird langsam verflüssigt.

In Milch gedeihen die Bacillen und vermehren sich in reichlichem Maße, ohne eine Veränderung in derselben hervorzurufen.

In sterilisiertem Wasser gedeihen sie, wie erwähnt, ziemlich gut und erhalten sich längere Zeit. In nicht sterilisiertem Wasser werden die Cholera-bacillen in wenigen Tagen von den sonst vorhandenen Mikroorganismen überwuchert und verdrängt. Doch fand Koch die Cholera-bacillen 1884 in dem Wasser eines indischen Tank, das überaus verunreinigt war und sind weitere Befunde von Cholera-vibrionen im Wasser von anderen Autoren im Verlauf späterer Epidemien gemacht. Es stimmen also die künstlichen Verhältnisse nicht unter allen Umständen mit den natürlichen überein.

Eine besonders charakteristische Eigenschaft kommt den Cholera-bacillen zu, die sogenannte Cholera-reaktion. Versetzt man eine Cholera-kultur, welche in peptonhaltiger Bouillon oder Gelatine gezüchtet ist, mit reiner Salz- oder Schwefelsäure, so tritt in der Kultur eine rotviolette bis purpurrote Färbung ein. Es entwickelt sich das sogenannte Cholera-rot. Salkowski hat den Nachweis geliefert, daß diese Rotfärbung nichts ist, als die gewöhnliche Nitroso-Indolreaktion. Indol + salpetrige Säure = Rotfärbung.

Außer dem Cholera-bacillus producieren Indol, der Kommabacillus von Finkler-Prior, der von Deneke, der Vibrio Metschnikoff und der Neißersche Vibrio Berolinensis. Das Zustandekommen der Rotfärbung hängt nun von dem Umstande ab, daß bei einzelnen Bacillenarten, die in dem Nährboden befindlichen Nitrate zu Nitriten reduziert werden. Diese Eigenschaft zeigen außer dem Cholera-bacillus nur der Vibrio Metschnikoff und der Vibrio Berolinensis, bei denen auch die Nitrosoindolreaktion erfolgt, während sie bei dem Finkler und Denekeschen Bacillus ausbleibt. Eine fernere Bedingung zum Zustandekommen der Reaktion ist ein bestimmter Gehalt von Nitraten in der Nährlösung; ein geringer Überschuß von Nitraten läßt die Reaktion negativ *verlaufen*.

Auch auf festem Nährboden (Agaroberflächenkultur) läßt sich die Reaktion vornehmen, indem man zu der Kultur sehr verdünnte reine Salz- oder Schwefelsäure zusetzt, bis die Oberfläche des Nährbodens völlig davon bedeckt ist. Es nimmt dann nicht nur die Bakterienmasse, sondern auch die angrenzenden Teile des Nährbodens eine rosa bis rote Farbe an.

Der *Vibrio cholerae asiaticae* wird durch verdünnte alkoholische Farblösung ungefähr nach 10 Minuten gefärbt. Durch Erwärmen wird die Färbung beschleunigt und intensiver. Nach der Gramschen Methode wird der *Bacillus* entfärbt.

Obleich das Tierexperiment bei der anerkannten Immunität der Tiere gegen Cholera wenig Aussicht versprach, gelang es nach vorher von Koch angeblich angestellten Versuchen zuerst Nicati und Rietsch bei Tieren eine cholera-ähnliche Krankheit mit tötlichem Ausgange zu erzeugen. Dieselben führten Cholerakulturen direkt in den Darmkanal, nachdem sie vorher den Gallengang unterbunden hatten. Sie vermieden damit den Einfluß des saueren Magensaftes, welcher delatär auf die Choleravibrionen wirkt und setzten durch Abschluß des Gallenzufusses die Peristaltik des Darmes herab. Koch erreichte später die Infektion auch vom Magen aus, indem er den Mageninhalt durch 5prozentige Sodalösung neutralisierte, einige Zeit nachher eine ca. 10 ccm enthaltende Lösung einer Bouillonkultur von Cholerabacillen mittelst der Schlundsonde in den Magen einführte und die Darmperistaltik durch Injektion von Opiumtinktur in die Bauchhöhle des Versuchtieres herabsetzte. Die Tiere, Meerschweinchen, starben innerhalb zweimal 24 Stunden unter Erscheinung des stadium algidum der Cholera, Erkaltung der Körperoberfläche, bedeutender Herzschwäche, Parese der unteren Extremitäten. Bei der Sektion fand man den Dünndarm stark gerötet, schwappend mit einer flockigen farblosen Flüssigkeit gefüllt, in der sich massenhaft Cholerabacillen nachweisen ließen.

Experimente an Menschen sind teils unfreiwillig, teils absichtlich vorgenommen. Der erste Fall betraf einen Arzt, der an einem Cholerakursus teilnahm, und sich durch unvorsichtige Manipulationen infizierte. Er erkrankte an den

typischen Erscheinungen der Cholera, und ergab die Untersuchung der Dejektionen das Vorhandensein zahlreicher Cholerabacillen. Im Jahre 1892 trank von Pettenkofer 1 ccm einer nicht ganz 24 Stunden alten Bouillonkultur und Emmerich 0,1 ccm einer 24 Stunden alten Cholera-kultur. Letzterer erkrankte bei weitem heftiger als Pettenkofer. Beide Fälle gingen in Genesung über.

Über die Natur des spezifischen Choleragiftes sind wir noch im Unklaren. Nach Pfeiffer soll das Cholera Gift in sehr enger Zusammengehörigkeit zu den Bakterienleibern stehen. Injiziert man Meerschweinchen Aufschwemmungen von sehr virulenten Cholera-vibrien in sterilisierter Bouillon intraperitoneal, so treten wenige Stunden nach der Injektion Vergiftungserscheinungen auf, das Tier geht in 12—16 Stunden ein.

Hueppe vertritt die Ansicht, daß das Cholera Gift wesentlich durch Spaltungsprodukte bedingt wird, die die Vibrien im Darmkanal bilden.

Beim Menschen geht, wie wir gesehen haben, die Infektion vom Darmkanal aus, der Cholerabacillus dringt in den Darm ein, vermehrt sich hier und bewirkt die schweren Erscheinungen, welche das Krankheitsbild der Cholera ausmachen. Sie gelangen in den Darm mit der Nahrung, dem Trinkwasser und müssen den Magen passieren. Sauerer Mageninhalt ist ein Hemmnis für das Durchpassieren der Vibrien in lebensfähigem Zustande.

Bei der bakteriologischen Untersuchung eines cholera-verdächtigen Falls hat man im allgemeinen folgendermaßen zu verfahren.

Das zu untersuchende Material muß möglichst frisch sein, da namentlich in heißen Sommermonaten Veränderungen in demselben eintreten, welche das Auffinden von Cholerabacillen durch Überwucherung anderer Mikroorganismen — Absterben der Cholera-vibrien — zur Unmöglichkeit machen. Es ist deshalb der Darminhalt ohne Zusatz von Desinfektionsmitteln (bei Verstorbenen doppelt unterbundene Dünndarmstücke) dem Orte der Untersuchung zuzuführen. Von großem Vorteil ist es, wenn der untersuchende Arzt an *Ort und Stelle* eine Reihe von Ausstrichpräparaten von

dem noch unveränderten Materiale macht, dieselben lufttrocken werden läßt, und in reines Schreibpapier gewickelt, dem zu untersuchenden Material beifügt. Solche Ausstrichpräparate können unter Umständen von großem Werte sein. Erstens gewinnt man, wenn man dieselben mit Anilin färbt, einen Einblick in die originalen morphologischen Verhältnisse, zweitens kann man zu einem gewissen Resultate gelangen, wenn in dem übrigen Material bereits Veränderungen vor sich gegangen sind, welche ein sicheres Urteil nach der mikroskopischen Kulturuntersuchung sehr schwer oder gar nicht mehr gestatten (Günther).

Hat man frisches Material vor sich, so kann in positiven Fällen durch die mikroskopische Untersuchung die Diagnose auf Cholera entschieden werden. Findet man in dem Präparat Kommabacillen in sehr großen Massen, nicht vereinzelt, wie man bei normalen Faeces es öfter sieht, so ist die Diagnose sicher. Nach Koch ist das Bild eines schleimhaltigen Flecken ein derartiges, „daß die Bacillen Häufchen bilden, in denen die einzelnen Bacillen sämtlich dieselbe Richtung haben, so daß es so aussieht, als wenn ein kleiner Schwarm derselben, wie etwa Fische in einem langsam fließenden Gewässer, hintereinander herziehen.“

Selbstverständlich ist es, daß man der mikroskopischen Untersuchung in jedem Falle das Kulturverfahren hinterherschickt.

Man legt von einer Schleimflocke des Darminhalts Gelatineplatten in üblicher Weise an, und bewahrt sie bei 22° C auf. Nach 24 Stunden lassen die entstandenen Kolonien eine sichere Beurteilung zu. Mikroskopisch erblickt man im Gegensatz zu normalen Faeceskulturen, welche bei Zimmertemperatur gehalten sind, eine große Anzahl von Kolonien, welche die oben angegebenen Merkmale besitzen. Wenn die mikroskopische Untersuchung ergibt, daß die Kolonien aus kommaförmigen Organismen besteht, so ist die Diagnose Cholera asiatica zweifellos.

Das von Koch angegebene Agarplattenverfahren hat den Vorzug, daß bereits nach 8—10 Stunden relativ große Kolonien entstehen, in denen man die Kommabacillen nachweisen kann.

Zur Sicherung der Diagnose wird man die Kulturen auf Nitrosindolreaktion prüfen und den Tierversuch anschließen.

Dies ist das Verfahren bei frischem Material. Hat dagegen das Material schon solche Veränderungen erfahren, daß nur wenig kommaförmige Mikroorganismen gefunden werden, so bedient man sich des Schottelius'schen Verfahrens mit Vorteil. Derselbe vermischt 100 ccm des verdächtigen Materials mit 250 ccm Nährbouillon; das Gemisch bleibt 10—12 Stunden im offenen Glase bei Bruttemperatur stehen. An der Oberfläche erfolgt eine reiche Entwicklung der Cholorabakterien und findet man bei der mikroskopischen Untersuchung eine Spur der oberflächlichen Schicht der Flüssigkeiten dieselben in großer Anzahl.

Das Kochsche Verfahren der sogenannten Anreicherung besteht darin, daß man in eine Pepton-Kochsalzlösung eine oder mehrere Platinösen des zu untersuchenden Materials bringt, und das Reagensglas in einen Brutschrank bei 37° stellt. Bereits nach 6 Stunden bildet sich an der Oberfläche der Flüssigkeit ein zusammenhängendes Häutchen, welches mikroskopisch untersucht wird.

Das Maaßsche Verfahren (Gesundheitsamt) besteht darin, daß man Blutserum zur Anreicherung benutzt. Ist dasselbe innerhalb 24 Stunden verflüssigt, so sind jedenfalls Choleravibrionen vorhanden, fehlt dieses Zeichen, so sind sicher Choleravibrionen nicht vorhanden.

Bei der Untersuchung des Wassers auf Cholerabacillen stößt man auf verschiedene Schwierigkeiten. Nach der früheren Methode vermischte man eine geringe Quantität des zu untersuchenden Wassers mit geschmolzener Gelatine und fahndete auf Kolonien, die choleraähnlich aussahen. Fand man in diesen Kommabacillen, so war damit die Diagnose auf Cholera noch nicht möglich, da es im Wasser eine große Anzahl Bacillen giebt, welche ausgesprochene Kommaform haben. Ich nenne von diesen den *Vibrio aquatilis* (Günther), den *Vibrio Bonhoff*, den *Danubicus*, den *Berolinensis* (Neisser), *Spirillum marinum* (Neapel), den *Vibrio Dunbar*. Es ist deshalb durchaus notwendig, *das Material auf seine kulturellen Eigenschaften zu unter-*

suchen und an ihnen sämtliche Kriterien zu berücksichtigen unter ständiger Vergleichung mit authentischen Cholera-kulturen.

Man hat in neuerer Zeit, ähnlich wie bei der Untersuchung von Dejektionen, die von Schottelius und von Koch angegebenen Anreicherungsverfahren benutzt, um eine relative Vermehrung der eventuell vorhandenen Cholerakeime anderen Bakterien gegenüber zu erzielen. Koch setzt dem Wasser 1% Pepton und 1% Kochsalz zu, und hält die Mischung 10—20 Stunden im Brutschrank bei 37°. Nach dieser Zeit wird die Oberfläche auf Cholera-bakterien untersucht. Es empfiehlt sich neben diesem Verfahren Plattenkulturen von dem ursprünglichen Wasser anzulegen, da es nicht ausgeschlossen ist, daß Bakterienarten vorhanden sind, welche in dem Peptonwasser sich noch reichlicher vermehren wie die Cholera-bakterien und sie schließlich überwuchern.

21. *Vibrio* Metschnikoff.

Der *Vibrio* Metschnikoff, welcher von Gamaleia bei einer in Odessa epizootisch vorkommenden Krankheit des Geflügels (Gastroentèrite cholérique) im Darminhalt gefunden ist, ist ein gekrümmtes Stäbchen, welches dem Cholera-bacillus in mancher Beziehung sehr ähnlich ist. Näher studiert ist er von R. Pfeiffer und Nocht.

Der *Vibrio* ist etwas kürzer und stärker gekrümmt als der Cholera-bacillus und zeigt in künstlichen Kulturen häufig Spirillenbildung. Er besitzt lebhafte Eigenbewegung, welche durch eine an dem Ende der Zelle angeheftete Geißel vermittelt wird.

Er ist fakultativ anaërob und wächst auf den gewöhnlichen bakteriologischen Nährböden bei Zimmer- wie bei Bruttemperatur. Die Gelatine wird häufig sehr schnell wie beim *Vibrio* Proteus, manchmal sehr langsam verflüssigt wie beim Cholera-bacillus.

Die Stichkultur zeigt eine Luftblase und ist von Cholera-kulturen in ihrem Aussehen nicht zu unterscheiden.

Auch auf der Agaroberfläche ist der sich bildende Belag von dem der Cholera nicht wesentlich verschieden.

Auf Kartoffeln wächst er nur bei Bruttemperatur als brauner Belag.

Bouillonkulturen werden von dem *Vibrio Metschnikoff* ebenso getrübt wie durch Cholerabakterien.

Bei Zusatz von salpétrigfreier Salz- oder Schwefelsäure entsteht genau wie bei dem Choleravibrio die Nitrosoindolreaktion (Rotfärbung).

Sporenbildung ist nicht beobachtet.

Wesentliche Unterschiede zwischen dem *Vibrio Metschnikoff* und dem *Vibrio cholerae* ergeben die Tierversuche. Tauben, welche durch Cholera kaum zu infizieren sind, gehen nach Impfung von geringen Mengen der Kultur in den Brustmuskel innerhalb von 20 Stunden zu Grunde. Man findet die Bacillen hauptsächlich im Blute, Herzblut, Muskelsaft etc. Kaninchen sind nicht empfänglich. Meer-schweinchen lassen sich sowohl subkutan als auch vom Magen aus, der vorher alkalisiert werden muß, infizieren.

Der *Vibrio Metschnikoff* läßt sich mit kalten Farblösungen färben, nach Gram färbt er sich nicht.



Fig. 36. *Spirillum tyrogenum*. Reinkultur. Fuchsin. 800:1.

22. *Spirillum tyrogenum*. Denekesches Käse-spirillum. (Fig. 36.)

Eine dem echten Kommabacillus an Aussehen sehr ähnliche Bakterienart züchtete Deneke in Göttingen aus *altem Käse*, welche im übrigen ohne jede Bedeutung ist.

Der *Vibrio Deneke* ist ein zierlich gekrümmtes Stäbchen, in künstlichen Kulturen häufig zu Spirillen auswachsend, ist von lebhafter Eigenbewegung, besitzt eine an einem Ende angeheftete Geißel wie die Cholera bacillen. Sie gedeihen auf den gewöhnlichen Nährböden bei Zimmerwie bei Bruttemperatur.

Auf der Gelatineplatte geht ihr Wachstum erheblich schneller vor sich wie beim Cholera vibrio, auch wird die Gelatine schneller verflüssigt, doch nicht so schnell wie beim *Vibrio proteus* (vid. Nr. 23). In der Kultur bildet sich ein intensiv citronengelber bis orangegelber Farbstoff.

In der Stichkultur wird die Gelatine längs des ganzen Impfstiches verflüssigt und bildet sich auf der Oberfläche eine gelbe dünne Kahlhaut, welche sehr zähe ist.

Auf Agar bildet der *Vibrio Deneke* einen dünnen, gelblichen, glänzenden Überzug.

Der Denekesche *Vibrio* ist für Meerschweinchen pathogen. Infektion subkutan oder durch den alkalisierten Magen bewirkt Erkrankung bisweilen sogar tödliche.

Dem *Vibrio Deneke* fehlt die Nitrosoindolreaktion.

Er färbt sich mit den gewöhnlichen Anilinfarbstoffen.



Fig. 37. *Vibrio Proteus*. Reinkultur. Fuchsjn. 800:1.

23. *Vibrio Finkler et Prior*. *Vibrio Proteus*
und das *Spirillum Milleri*. (Fig. 37.)

Bald nach den Veröffentlichungen Kochs über den Cholera vibrio wurde von Finkler und Prior eine Bakterien-

art bei der Cholera nostras in bereits faulenden Dejektionen entdeckt, welche sie für identisch mit dem Cholerabacillus ansahen. Genauere Untersuchungen haben ergeben, daß der Finklersche Kommabacillus vom Cholerabacillus vollständig verschieden ist, aber auch nicht als der Erreger der Cholera nostras angesehen werden kann. Wahrscheinlich ist er identisch mit dem Millerschen Bacillus, welchen derselbe in dem hohlen Zahn eines gesunden Menschen gefunden hat, welcher in jeder Hinsicht mit dem Finklerschen Bacillus übereinstimmt.

Der Finklersche Kommabacillus gleicht in der Form dem echten Cholerabacillus in hohem Grade; doch ist derselbe größer, dicker und plumper als der Kochsche Bacillus. Er ist lebhaft beweglich und trägt an den Enden je eine Geißel.

Das Wachstum des Finklerschen Bacillus ist ein bedeutend schnelleres und die Verflüssigung tritt viel energischer auf wie beim Kochschen Bacillus.

Auf der Gelatineplatte erscheinen schnell kreisrunde Kolonien, welche bereits am 2. Tage Linsengröße erreichen, mit einem trüben, graudurchscheinenden Flüssigkeitsinhalt. Der Rand ist haarscharf; unter dem Mikroskop sieht der Inhalt feinkörnig aus.

In der Gelatinestichkultur geht die Verflüssigung der Gelatine ebenfalls sehr schnell vor sich; sie greift weit um sich, wobei sich die Bacillenmassen zu Boden senken und es entsteht an Stelle der verflüssigten Gelatine die Form eines hohlen Strumpfes (Hosenbeinkultur). Nach einer Woche ist der ganze Inhalt des Gläschens verflüssigt.

Auf Agar breitet sich der Vibrio Proteus schnell als ein feuchter, dicker, schleimiger Überzug aus, der die ganze Fläche bedeckt.

Auf Kartoffeln wächst der Vibrio Proteus im Gegensatz zum Cholerabacillus schon bei Zimmertemperatur und bildet eine grüngelbe, schleimige Schicht.

Der Finklersche Bacillus ist für Meerschweinchen pathogen, aber in geringerem Grade wie der Cholerabacillus. *Die Infektion ist in derselben Weise wie beim Cholerabacillus vorzunehmen.* Unter dem anatomischen Befund ist

bemerkenswert, daß der Darm blaßrot aussieht und sein wässriger Inhalt einen starken Fäulnisgeruch verbreitet.

Die Nitrosoindolreaktion zeigt der *Vibrio Proteus* bei Anwendung von reinen Säuren nicht.

24. *Bacillus Neapolitanus* (Emmerich).

Bald nach der Entdeckung des Cholera-bacillus von Koch züchtete Emmerich aus älterem Material von Cholera-leichen einen Bacillus, welchen er für den Erreger der Cholera ansah und ihm den Namen *Bacillus Neapolitanus* beilegte. Durch die Untersuchung von Neisser hat sich herausgestellt, daß der Bacillus ein gewöhnlicher Befund in den menschlichen Faeces ist, der sich außerdem in der Luft und in faulenden Flüssigkeiten findet, und nicht das geringste mit der Cholera zu thun hat. Ohne Zweifel ist er identisch mit dem *Bakterium coli commune*.

25. *Vibrio aquatilis* (Günther).

Bei der Untersuchung von Spreewasser fand Günther 1892 einen Mikroorganismus, welcher eine große Ähnlichkeit mit dem Cholera-bacillus aufwies. Er ist aber in den ersten Tagen des Wachstums auf der Gelatineplatte durch die Form seiner Kolonien von den Cholera-vibrionen zu unterscheiden. Er bildet nämlich kreisrunde, wie mit dem Zirkel ausgeschnittene Kolonien mit glattem Rande, von gelbbrauner Farbe und feingranuliertem Inhalt. Erst später wenn sie in die Nähe anderer verflüssigender Kolonien geraten, verlieren sie ihre scharfgeschnittenen Konturen und haben große Ähnlichkeit mit den Kolonien von echter Cholera. Die Gelatine wird schneller verflüssigt als beim Cholera-vibrio.

In der Stichkultur wächst er ausschließlich oberflächlich.

In Bouillonkultur gedeiht er bei Bruttemperatur nicht, bei Zimmertemperatur sehr schwach, so daß erst nach Wochen bei geringer Trübung die Anwesenheit des *Komma-bacillus* nachgewiesen werden kann.

Auf Agar wächst er bei Bruttemperatur. Auf Kartoffeln gedeiht der *Vibrio aquatilis* nicht.

Die Nitrosoindolreaktion fällt bei ihm negativ aus.

Der Bacillus zeigt in frischen Kulturen eine schöne Kommaform, bildet keine Sporen und trägt einen Geißelfaden an einem Ende. Der Bacillus hat nach den bisherigen Versuchen keine Pathogenität ergeben.

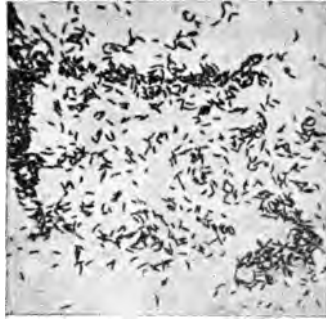


Fig. 38. *Vibrio Berolinensis* (Neisser). Reinkultur. Dahliafärbung. 800:1.

26. *Vibrio Berolinensis* (Neisser). (Fig. 38.)

Auch dieser *Vibrio* wurde bei der Untersuchung in Berliner Leitungswasser in Rubners Institut aufgefunden. Er gleicht an Aussehen dem Cholera*vibrio* völlig. Er ist ein leicht gekrümmtes Stäbchen, welches an einem Ende eine Geißel trägt. Fäden- und Spirillenbildung tritt selten ein. Sporenbildung ist nicht beobachtet. Nach Gram entfärben sich die Vibrionen.

Der *Vibrio Berolinensis* wächst auf den gewöhnlichen Nährböden bei Zimmer- und bei Bruttemperatur.

Er verflüssigt die Gelatine langsam. Die Kolonien sind auf der Gelatineplatte klein, rund und scharfkantig. Der Inhalt der Kolonien ist feinkörniger wie der des Cholera*vibrio* und heller wie derselbe. Die Kolonien haben eine Tendenz über eine gewisse geringe Größe nicht hinauszugehen.

In der Gelatinestichkultur zeigt sich das Wachstum *längs des ganzen Impfstriches*, die trichterförmige Einziehung

an der Oberfläche, die sich durch Verdunstung der verflüssigten Gelatine bildet, sowie die Luftblase, ist kleiner als bei der Cholerakultur.

Auf Agar bildet sich ein feiner graugelber, leicht feuchtglänzender Rasen.

Die Nitrosoindolreaktion zeigt der *Vibrio Berolinensis* eben so gut wie der *Cholera*vibrio.

Der *Vibrio Berolinensis* ist für Meerschweinchen äußerst pathogen. Die Tiere gehen nach intraperitonealer Infektion nach 1—2 Tagen unter Temperaturabfall zu Grunde.

Unter den im Wasser gefundenen choleraähnlichem Vibrionen sind bemerkenswert:

27. Der *Vibrio Bonhoff*.
28. Der *Vibrio Dunbar*.
29. Der *Vibrio Danubicus*.
30. Der *Vibrio Weibel*.

27. Der *Vibrio Bonhoff*,

im Rubnerschen Institut in Wasser, welches aus Stolp in Pommern stammte, gefunden, ist ein Stäbchen von etwas geringerer Krümmung und von gleicher Größe wie der *Cholera*vibrio, daneben finden sich auch doppelt so lange Vibrionen. Sie sind beweglich und tragen an einem Ende einen Geißelfaden. Färbungen gelingen am besten mit *Dahlia* und *Gentianaviolett*.

Er wächst auf den gewöhnlichen Nährböden, welche schwach alkalisch sein müssen, am besten bei Bruttemperatur.

Die Kolonien sind kreisrund von mattgraugelber Farbe mit einer schwachen Granulierung in ihren Innern. Die Kolonien können eine Größe bis Zwanzigpfennigstück bekommen.

In der Stichkultur kommt es nur zu Oberflächenwachstum.

In Peptonfleischwasser kommt es bei Bruttemperatur zu üppigem Wachstum.

Auf Agar bildet sich ein glänzender graublauer Rasen.

Beim *Vibrio Bonhoff* tritt auf Zusatz von reiner salpetrigfreier Salz- oder Schwefelsäure Rotfärbung ein (Nitrosoindolreaktion).

Der *Vibrio Bonhoff* ist für Meerschweinchen pathogen.

28. Der *Vibrio Dunbar*

im Elbwasser von Dunbar gefunden, bietet die Eigentümlichkeit im Dunkeln auf Agarkulturen zu leuchten.



Fig. 39. *Vibrio Danubicus*. Reinkultur. Gentianaviolett 800:1.

29. Der *Vibrio Danubicus* (Fig. 39.)

ist von Heider in der Donau gefunden, derselbe ist seinem Aussehen nach den Choleravibrionen sehr ähnlich; weitere Untersuchungen sind noch nicht bekannt.

30. Der Gonorrhökokkus. (Fig. 40.)

Im Eiter von gonorrhöischen Affektionen der Harnröhre und der Konjunktiva, einer Krankheit, die sich durch ihre große Infektiosität auszeichnet, entdeckte Neisser die von ihm Gonokokken benannten eigentümlich gestalteten Mikroorganismen, denen er eine spezifische Bedeutung für die Entstehung der Gonorrhö beilegte.

Es sind Mikrokokken, welche in ihrer Anordnung zu zweien als Diplokokken leicht zu erkennen sind. Sie liegen *meistens innerhalb* der Zellen und gruppieren sich in

größerer Anzahl um die Kerne der Zellkerne. Sie erscheinen, da ihre Berührungsflächen abgeplattet sind, nierenförmig. Der Gonokokkus färbt sich mit einfacher wässriger alkoholischer Methylenblaulösung, wonach die Kokken tiefblau, die Kerne der Eiterzellen etwas heller erscheinen. Nach der Gramschen Methode werden die



Fig. 40. Gonokokken. Eiter. Doppelfärbung Eosin-Methylenblau. 800:1.

selben entfärbt. Eine Doppelfärbung, bei der man die Lagerung in den Eiterzellen schön beobachten kann, ist folgende: die Deckgläser werden einige Minuten mit erwärmter konzentrierter Eosinlösung behandelt, das überschüssige Eosin mit Fließpapier abgesaugt und mit einer konzentrierten alkoholischen Methylenblaulösung nachgefärbt. Da die zelligen Elemente des Blutes oder Eiters das Eosin mit Begierde aufnehmen, sieht man die Kokken tiefblau auf rotem Grunde.

Die Züchtung des Gonokokkus außerhalb des menschlichen Körpers ist schwer und gelingt nur auf menschlichem Blutserum, welches man aus Placenten gewinnen kann. Sie bilden einen fast farblosen Überzug von geringer Ausdehnung; die Kulturen sterben bereits nach 3 Tagen ab.

Es gelang Bumm durch Übertragung von künstlichen Kulturen auf Menschen typische Gonorrhöe hervorzurufen. Tiere zeigen sich gegen jede Infektion, selbst mit dem

ansteckendsten Eiter, unempfindlich. Es ist also der Gonokokkus ein rein menschliches Parasit, dem es außerhalb desselben an Lebensbedingungen fehlt.

Als Kriterium für die Diagnose Gonorrhöe gilt außer der typischen Gestalt der Kokken der Nachweis der Lagerung innerhalb der Eiterzellen, ein Verhalten, was bei keiner anderen Art von Eiterkokken vorkommt.



■ [Fig. 41. Erysipelkokken. Reinkultur. Fuchsin. 800:1.

31. Erysipelkokken. Streptokokkus des Erysipel. (Fig. 41.)

Nachdem bereits Koch und verschiedene andere Beobachter die Anwesenheit von Mikrokokken im erysipelätösen Gewebe, und zwar konstant am Rande des Erysipels und in den Lymphgefäßen nachgewiesen hat, gelang es Fehleisen, die bei dem Erysipel gefundenen Streptokokken künstlich zu züchten und durch Übertragung auf den Menschen ein typisches Erysipel zu erzeugen.

Die Erysipelkokken sind kleine kugelige Körperchen, welche sich in Kettenform aneinanderreihen. Die Glieder bestehen häufig aus wenigen, mitunter aus sehr vielen bis 100 Gliedern.

Die Kulturen auf Gelatineplatte wachsen langsam und *wenig ausgiebig*. Es erscheinen kleine weiße Pünktchen in

der Tiefe, die nicht größer wie stecknadelkopfgroß werden. Die Gelatine wird nicht verflüssigt.

In der Stichkultur setzen sich längs des Impfstriches die Kolonien in Gestalt kleiner weißer Kügelchen an.

Ebenfalls bilden sich auf dem Impfstrich auf Gelatine oder Agar kleine, runden Thautropfen-ähnliche Kügelchen aus, welche nie ineinanderfließen, sondern dauernd voneinander isoliert bleiben.

Die Kultur gedeiht sowohl bei Zimmer- als bei Bruttemperatur; sowohl bei Sauerstoffabschluß als bei Zutritt der Luft.

Impfung auf empfängliche Tiere erzeugt wieder Erysipel. Namentlich zeigen sich Kaninchen sehr empfänglich. Nach Impfung am Ohr breitet sich eine erysipelatöse Entzündung bis auf Kopf und Nacken aus, welche innerhalb 6—9 Tagen ihr Ende erreicht. Mäuse sind unempfindlich.

Beim Menschen bilden Verletzung der äußeren Haut wohl sicher die Eingangspforte für den Mikrokokkus. Der Streptokokkus erysipelatos färbt sich leicht mit den wässrigeren Farblösungen, ebenso vortrefflich nach der Gramschen Methode.



Fig. 42. *Staphylococcus pyogenes aureus*. Reinkultur. Fuchsin.
800:1.

32. *Staphylococcus pyogenes aureus*. (Fig. 40.)

Die am weitesten verbreiteten Eitermikroorganismen sind die Staphylokokken, welche fast in allen Abscessen und

eiternden Wunden gefunden werden. Der Staphylokokkus pyogenes aureus ist von Rosenbach zuerst rein gezüchtet worden. Er ist $0,7 \mu$ im Durchmesser, unbeweglich und lagert sich innerhalb der Gewebe zu einzelnen traubenförmigen (*σφαυρή*) die Weintraube) Häufchen.

Er wächst auf den gewöhnlichen Nährböden, am besten bei Bruttemperatur. Auf der Platte bildet er orangegelbe runde Kolonien, welche die Gelatine verflüssigen. Auf Agar ist der Überzug ebenfalls schön orangegelb. In der Stichtkultur zeigen sie ein gleiches Verhalten. Stichtkulturen auf Agar sehen feuchtglänzend orangefarben aus, „als wenn man die Oberfläche mit Ölfarbe überzogen hatte“ (Fränkel). Im Brutschrank bleibt öfter der Rand der Kultur weiß, weil das Wachstum schneller vor sich geht, wie die Farbstoffproduktion. Auf Kartoffeln wächst der Staphylokokkus vortrefflich unter Bildung eines saftig gelben Rasens.

Daß der Staphylokokkus die erregende Ursache der eiterigen Entzündungen ist, ist durch wiederholte Versuche bewiesen worden. Auf die Oberfläche von Wunden gebracht, erzeugen sie fortschreitende Eiterung. Selbst durch die unversehrte Haut vermag er einzudringen, wahrscheinlich durch die Ausführungsgänge der Hautdrüsen. Garré vermochte durch Einreiben auf die Haut seines Oberarms einen Karbunkel zu erzeugen, in dessen Absceßinhalt sich der Staphylokokkus wieder vorfand.

Die Infektion auf Tiere gelingt durch subkutane Einführung leicht und entstehen gewöhnlich subkutane Abscesse. In die Blutbahn gebracht erzeugt der Staphylokokkus eiterige Entzündung der Gelenke, kleine Abscesse, Metastasen im Herzen und in den Nieren. Bringt man einem Tiere eine Verletzung der Herzklappen bei und bringt den Staphylokokkus in die Blutbahn, so bildet sich eine typische Endocarditis ulcerosa aus.

Beim Menschen findet sich der Staphylokokkus nicht nur bei den angeführten Eiterungen, Karbunkel, sondern auch bei den akuten Abscessen, Osteomyelitis acuta infectiosa, Lymphdrüsenentzündungen, Empyemen, Tonsillarabscessen, Angina lacunaris, Parotiseiterungen, Panaritien, Sykosis, Impetigo, häufig im Verein mit anderen Eiterkokken.

Der Staphylokokkus ist äußerst resistent gegen Austrocknen, chemische wie thermische Desinfektionsmittel. Er färbt sich leicht mit den wässerigen Farbstoffen. Auch nach der Gramschen Methode läßt er sich färben.

33. Staphylokokkus pyogenes albus.

Der Staphylokokkus pyogenes albus gleicht dem vorher beschriebenen in allen Stücken und unterscheidet sich nur durch das Fehlen des orangefarbenen Farbstoffes in den Kulturen. Dieselben bilden fast völlig weiße, glänzende Beläge. Er scheint etwas geringere Virulenz für Tiere zu besitzen.

34. Staphylokokkus pyogenes citreus.

Ist eine von Passet beschriebene Art von Staphylokokken, welche in ihren Kulturen eine citronengelbe Farbe produciert, im übrigen sich aber von den vorhergehenden in nichts unterscheidet.

35. Streptokokkus pyogenes.

Der Streptokokkus pyogenes wird konstant in phlegmonösen Eiterungen gefunden. In seinem gesamten Verhalten in künstlichen Kulturen unterscheidet er sich durch nichts von dem Streptokokkus erysipelatos, mit dem er wahrscheinlich identisch ist. Außer in phlegmonösen Abscessen findet er sich bei der puerperalen Pyämie, bei schweren Gelenkentzündungen, Endokarditis.

Er färbt sich wie der Streptokokkus erysipelatos mit wässerigen Farblösungen und nach der Gramschen Methode.

36. Bacillus pyocyaneus. Bacillus des grünen Eiters.

Der von Gessard beschriebene Bacillus pyocyaneus ist die Ursache des Blau- und Grünwerdens der mit Eiter getränkten Verbandstoffe. Er ist ein kleines schlankes Stäbchen mit abgerundeten Enden, mit lebhafter Eigenbewegung; er trägt eine einzige Geißel (Löffler). Sporenbildung ist nicht vorhanden.

Der Bacillus wächst bei Zimmer- wie bei Brüttemperatur unter Zutritt von Sauerstoff.

Die Gelatine wird verflüssigt und nimmt in der Umgebung der Kolonie eine grüne, fluoreszierende Farbe an. In der Gelatinstichkultur wächst der Bacillus fast nur auf der Oberfläche, welche in seiner Umgebung von einem prächtig leuchtenden grünen Farbstoff erfüllt wird.

Auf Agar entwickelt sich ein feuchter gelblicher Überzug, unter dem der Nährboden grün gefärbt ist.

Auf Kartoffeln entwickelt sich ein gelbgrüner schmieriger Rasen, welcher sich durch Säuren rot, durch Ammoniak blaugrün färbt. Der gebildete Farbstoff wird Pyocyanin genannt.

Kaninchen, denen Reinkultur von dem Farbstoff in die Bauchhöhle injiziert wird, gehen zu Grunde.

Der Bacillus färbt sich mit den gewöhnlichen wässerigen Farbstoffen.

37. *Bacillus capsulatus*. Pfeifferscher Kapselbacillus.

R. Pfeiffer fand in der Bauchhöhle eines spontan gestorbenen Meerschweinchens ein zähes, eiterartiges Exsudat, das eine Reinkultur eines Bacillus darstellte und sich auch im Blute des Tieres vorfand.

Der Bacillus besitzt schöne ovale Kapseln, ist ein plumpes dickes, an den Enden abgerundetes Stäbchen.

Er wächst auf den gewöhnlichen Nährböden, bei Zimmer- und bei Bruttemperatur. Verflüssigung der Gelatine tritt nicht ein. In der Stichkultur bildet sich eine sogenannte weiße Nagelkultur, wie beim Friedländerschen Bacillus.

Auf Agar bilden sich dicke weiße, fadenziehende Überzüge, auf der Kartoffel sind dieselben mehr gelblich-weiß.

Der Bacillus ist für weiße Mäuse und Hausmäuse sehr pathogen; sie sterben in 2—3 Tagen. In allen Organen finden sich die Bacillen mit schönen Kapseln versehen. In den künstlichen Kulturen hat der Bacillus keine Kapsel.

Der Bacillus färbt sich mit den gewöhnlichen wässerigen alkoholischen Farblösungen, wobei die Kapsel nur schwach gefärbt wird. Nach der Gramschen Methode wird nur der *Protoplasmakörper* gefärbt, während sich die Kapsel entfärbt.

38. *Mikrokokkus tetragenus*.

Koch und Gaffky fanden im Inhalt einer tuberkulösen Lungenkaverne kleine, vollkommen runde Zellen, welche regelmäßig zu vierten aneinander gelagert sind, und von ihnen den Namen *tetragenus* erhielten. Sie sind von einer großen glashellen Gallertscheide umgeben. Diese Kapsel findet sich nur dann, wenn der *Mikrokokkus* dem tierischen Körper entnommen ist.

Der *Mikrokokkus* gedeiht auf den gewöhnlichen Nährböden, gehört zu den aeroben Bakterien.

Die Gelatine wird nicht verflüssigt. Auf der Platte entstehen weiße porzellanglänzende Kolonien, welche sich kuppenförmig über den Nährboden erheben. In der Stichtkultur bilden sich längs des Stichkanals kugelig geballte weiße Massen, welche scheibenförmig übereinander gelagert sind. Die oberste Schicht springt kugelig vor.

Auf Agar entstehen weiße feuchte Rasen. Auf der Kartoffel bilden sie weiße Überzüge, welche sich fadenförmig abheben lassen.

Für weiße Mäuse und Meerschweinchen sind die *Mikrokokken* pathogen, Haus- und Feldmäuse und Kaninchen sind immun.

Der *Mikrokokkus* färbt sich mit den Anilinfarben ohne weiteres. Auch nach der Gramschen Methode läßt er sich färben. In Bezug auf Kapselfärbung verhält er sich wie der vorherbeschriebene.

39. *Pneumokokkus Friedländer*. (Fig. 43.)

Der *Pneumokokkus Friedländer*, den man eigentlich als *Bacillus* bezeichnen muß, da er etwas länger als breit ist, wurde von Friedländer im Auswurf und Lungengewebe von Pneumonikern gefunden und von ihm rein gezüchtet. Sie liegen einzeln oder zu zweien und besitzen einen durchsichtigen Hof, der bei Reinzüchtungen fehlt. Die Bacillen sind unbeweglich und bilden keine Sporen. Nach der Gramschen Methode werden sie entfärbt.

Auf der Gelatineplatte entwickeln sich die Kolonien zu dicken porzellanartigen weißen Auflagerungen mit halb-

kugelförmiger Erhebung und glatten Rändern. Die Gelatine wird nicht verflüssigt. In der Reagensglaskultur wachsen die Kolonien längs des ganzen Impfstrichs, wobei sich die Oberfläche halbkugelförmig emporwölbt, so daß eine Ähnlichkeit mit einem Nagel hervorgerufen wird („Nagelkultur“ Friedländer).

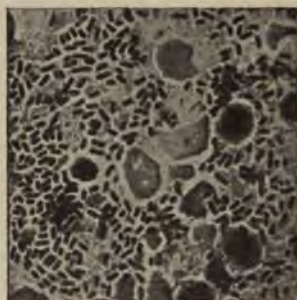


Fig. 43. Pneumokokkus Friedländer. Blut einer infizierten Maus. Gentianaviolett. 800:1.

Auf Agar entsteht ein dichter weißer Belag. Auf Kartoffeln bildet sich ein dichter weißgelber Belag. Häufig treten in den Kulturen Gasentwickelungen auf.

Der Pneumokokkus Friedländer ist für Mäuse, Hunde und Meerschweinchen pathogen. Intrapleural oder intra-abdominell eingeführte Kulturen waren im stande, die Tiere zu töten und fanden sich die Bakterien im Blut und inneren Organen. Für Kaninchen ist der Pneumokokkus nicht pathogen.

40. Diplokokkus pneumoniae (Pneumoniemikrokokkus A. Fränkel).

Von Fränkel wurde in dem Auswurf von Lungenkranken, im rostbraunen Sputum von Pneumonikern ein *Mikroorganismus* gefunden, den er als Erreger der *Pneumonie* betrachtete.

Die Mikrokokken finden sich häufig zu zweien geordnet, sind etwas in die Länge gezogen und an den Enden lanzettförmig zugespitzt. Sie sind unbeweglich. Im Gewebe lagert sich der Diplokokkus meist zu zweien in einer deutlichen Kapsel liegend. In Kulturen fehlt diese Kapsel.

Der Diplokokkus findet sich nicht nur im Sputum bei der Pneumonie, sondern auch bei der Meningitis cerebrospinalis epidemica (Foà und Bordoni), in den Exsudaten in der Paukenhöhle (Weichselbaum), bei primärer Nephritis, bei ulceröser Endokarditis. Auch findet man sie im Sputum gesunder Menschen, und gehen Tiere, denen man Mundflüssigkeit von Menschen subkutan injiziert, an der sogenannten Sputumseptikämie zu Grunde.

Der Diplokokkus wächst nur bei höherer Temperatur, 35° C. Der Nährboden muß schwach alkalisch sein.

Auf Agarplatten und Blutserum bildet Diplokokkus pneumoniae zarte, glänzende, feine Tröpfchen, die mit dem Auge kaum wahrzunehmen sind. In Bouillon wachsen sie gut unter leichter Trübung der Flüssigkeit.

Für den Diplokokkus empfängliche Tiere, Mäuse, Meerschweinchen, Kaninchen, gehen nach 1—2 Tagen nach der Infektion zu Grunde. Man findet bei der Sektion starke Schwellung der Milz, im Blute sowie in allen Organen die Bacillen mit ihren Kapseln. Auch Tiere mit dem Blute von zu Grunde gegangenen infiziert, erliegen der Infektion.

Der Diplokokkus färbt sich mit verdünnten alkoholischen Farblösungen; auch nach der Gramschen Methode lassen sie sich gut färben und unterscheiden sich dadurch vom Pneumokokkus Friedländer. Die Färbung der Kapseln wird nach Ribbert mittels einer Lösung von Dahliaviolett in 100 Teile Wasser, 50 Teile Alkohol und 12¹/₂ Teile Essigsäure bewirkt. Die Kokken erscheinen dunkelblau, die Kapseln hellblau.

41. Rekurrensspirillen, Spirochaetae Obermeieri. (Fig. 44).

Beim Rückfalltyphus (Febris recurrens) fand Obermeier zur Zeit des Anfalls im Blute sehr bewegliche Spi-

rillen, welche in der fieberfreien Zwischenzeit spurlos verschwinden. Man findet sie auch nur im Blute.

Die Spirillen sind lange wellige Gebilde, welche an beiden Enden zugespitzt sind.

Es ist bis jetzt nicht geglückt, die Spirillen künstlich zu züchten.

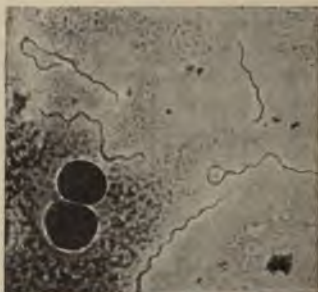


Fig. 44. Rekurrensspirillen. Blutpräparat. Fuchsin. 800:1.

Durch Übertragen von spirillenhaltigem Blut ist es geglückt, bei Menschen und bei Affen, dem einzigen Tiere, welches für die Infektion empfänglich ist, typisches Rekurrensfieber zu erzeugen.

Die Rekurrensspirillen färben sich mit den gewöhnlichen Farbstoffen. Günther giebt eine Methode an, die Spirillen isoliert zu färben. Er läßt auf die lufttrockenen Deckgläschen 5prozentige Essigsäure ca. 10 Sekunden einwirken, um die Blutzellen vom Hämoglobin zu befreien wird die Essigsäure entfernt und mit Anilinwasser gentianaviolett gefärbt. Die Blutkörperchen erscheinen dann wie bloße Schemen und stören das Bild der gefärbten Spirillen nicht mehr.

Nach den Gramschen Methoden färben sich die Spirillen nicht.

Anhang.

Die Schimmel-Sproßpilze.

Allgemeines.

Unter dem Namen „Pilze“ faßt man alle des Chlorophyll entbehrenden pflanzlichen Gebilde zusammen. Sie haben eine große Ähnlichkeit mit den Bakterien, „Spaltpilzen“, unterscheiden sich aber in mancherlei Beziehung von diesen.

A. Schimmelpilze. Fungi.

Die Schimmelpilze gehören zu den Kryptogamen, zu der Klasse der Thallophyten, welche keinen Stamm bilden, sondern nur Blätter tragen. Sie bilden Zellen, welche ziemlich groß sind, ca. 2—10 μ im Durchmesser, und bestehen aus einer chlorophylllosen cellulose-ähnlichen Hülle und einem kernlosen protoplasmatischen Inhalt. Sie wachsen nicht durch Querteilung, sondern durch fortschreitendes Spitzenwachstum bilden sie sich zu Fäden oder Hyphen aus, welche sich schon frühzeitig durch Teilung der Endzelle verzweigen; diese Verzweigung, welche sich zu einem dichten Flechtwerk ausbreitet, nennt man Mycelium. Von diesen aus erheben sich aufwärts die Fruchthyphen, welche an ihrer Spitze die Früchte, Sporen oder Konidien genannt, tragen. Diese, rundliche oder längliche mit einer festen Membran versehene Zellen, wachsen auf jedem guten Nährboden zu einem Keimschlauch aus, welcher wieder zu einem Mycelium auszuwachsen im stande ist.

Nach der Gestalt der Fruchträger teilt man die Schimmelpilze ein in

- 1) Mukorineen,
- 2) Aspergillineen,
- 3) Penicilliacen, und
- 4) die Oidiaceen.

1) Bei den Mukorineen (Kopfschimmel)

steigen die Fruchthyphen ungeteilt aus dem Mycelium empor, dasselbe schwillt am Ende kolbig an (Columella) und

es bildet sich um ihr Ende herum das Sporangium, eine kugelige protoplasmareiche Masse, in der sich durch Scheidewände die Sporen bilden, welche nach ihrer Reife die Hülle sprengen, so daß das leere Sporangium häufig noch lange auf der Fruchthyphye als Kuppe aufsitzt.

2) Die Aspergillineen (Kolbenschimmel)

bilden an dem Ende des ungeteilten Fruchtrügers kolbige Anschwellungen, welche sich mit einer großen Anzahl Zwischensporenträger (Sterigmen) besetzen, von welcher sich die Sporen kettenförmig abschnüren.

3) Bei den Penicilliaceen (Pinselschimmel)

verzweigen sich die Hyphen durch baumförmige gabelige Teilung, an deren Endästchen, Basidien genannt, die Sterigmen sich ansetzen, von denen sich die Sporen (Konidien) reihenförmig abschnüren.

4) Die Oidiaceen,

welche einen Übergang zu den Sproßpilzen darstellen, bilden die Fruchtrüger keine regelmäßigen Fruchtrüger, sondern es gliedern sich die Konidien unmittelbar aus dem Mycelium ab.

B. Sproßpilze. Blastomycetes. Hefepilze.

Bei den eigentlichen Sproß- oder Hefepilzen kommt es in der Regel nicht zur Bildung von Mycelium und Sporen. Es sind ziemlich große Zellen von 2—15 μ im Durchmesser, welche von einer dünnen Membran umgeben sind, das Protoplasma ist körnig und mit Vakuolen durchsetzt. Die Vermehrung erfolgt durch Sprossung, indem an der Oberfläche an einem oder mehreren Punkten der Zelle sich knospenartige Ausstülpungen entwickeln, welche an Größe zunehmen und sich schließlich von der Mutterzelle abschnüren, öfter aber auch noch längere Zeit an dieser haften und so Veranlassung zur Bildung von langen Hefeverbänden werden.

Abweichungen von dieser gewöhnlichen Wachstumsform kann man häufig, namentlich auf festen Nährböden, beobachten, indem es zu einer Erzeugung von allerdings kurzer und unregelmäßiger Hyphenbildung kommt. Auch Sporenbildung ist unter Umständen beobachtet worden. —

Die **Schimmel- und Sproßpilze** lassen sich färben, doch nehmen sie den Farbstoff schwerer auf wie die Bakterien. Die Sporenfärbung muß in der für diese Gebilde besonderen Weise vorgenommen worden.

Am besten untersucht man sie in ungefärbtem Zustande, indem man die Objekte, nachdem sie in 50prozentigem Alkohol mit Zusatz von wenigen Tropfen Ammoniak gelegt sind, mit der Präpariernadel zerzupft und dann in Glycerin einbettet.

Die Züchtung der Schimmel-Pilze wird in derselben Weise vorgenommen, wie bei den Bakterien. Da dieselben auch auf sauerem Nährboden gezogen werden, thut man gut, 2—5 Prozent Weinsäure zur Fernhaltung von Bakterien der Nährlösung beizufügen. Gekochte Kartoffeln, Brotbrei und Agargemische in solcher Weise angesäuert, sind am geeignetsten zur künstlichen Züchtung. Die Sporenbildung entwickelt sich nur an freier Luft. Die verschiedenen Arten gedeihen bei verschiedenen Temperaturen am besten, manche bei 15°, andere bei 40°.

Viele von den Schimmelpilzen kommen parasitisch auf Pflanzen und niederen Tieren fort, so der Brandpilz der Getreide, der Pilz der Kartoffelkrankheit, Mutterkornpilz, der Rostpilz, die Empuse der Stubenfliege, der Muskardinepilz der Seidenraupen und andere.

Unter den Schimmelpilzen giebt es verschiedene Arten, welche für Warmblüter pathogen sind. So sind unter den *Aspergillus*- und *Mukor*arten (*Aspergillus flavescens*, *fumigatus*, *Mukor corymbifer* und *rhizoporiformis*) im stande, Kaninchen, welchen man sporenhaltige Bouillon von den genannten Arten in die jugularis spritzt, in 2—24 Stunden zu töten. In den Organen, namentlich in den Nieren, finden sich an vielen Stellen Herde von den Pilzmycelien, aber niemals Sporen.

Auch beim Menschen sind Mykosen beobachtet, durch *Aspergillus*- und *Mukor*arten verursacht, namentlich im äußeren Gehörgange, Nasenhöhlen, der Hornhaut.

Unter den eigentlichen Sproßpilzen sind schädliche Arten nicht bekannt.

Die Anzahl der Arten von Schimmelpilzen ist eine ungeheuer große, von denen wir nur die besprechen wollen, welche sich durch ihr allverbreitetes Vorkommen und durch ihre pathogene Eigenschaft auszeichnen.



Fig. 45. *Penicillium glaucum*. Reinkultur. Fuchsin. 400:1.

1. *Penicillium glaucum*. (Fig. 45).

Der grüne Pinselschimmel ist der verbreitetste unter den Schimmelpilzen, welcher die bekannten grünen dichten Rasen bildet und dessen Keime überall in der Luft zu finden sind. Er gedeiht am besten bei 22 Grad, bei Bruttemperatur wächst er nicht.

Auf der Gelatineplatte erscheinen die Kolonien als Fäden, die von einem Punkte ausgehen und rasch an Umfang zunehmen; sobald Sporenbildung eintritt, färbt sich der Rasen, von der Mitte ausgehend, grün. Die Gelatine wird verflüssigt.

Sein Mycel besteht aus horizontal angeordneten gegliederten Fäden, von denen die Fruchthyphen senkrecht aufsteigen und sich am oberen Ende gabelig teilen (Basidien).

Von diesen gehen die sogenannten Sterigmina pinselförmig ab, welche ihrerseits die Konidien tragen. Diese sind es, welche dem Schimmelrasen die grüne Farbe verleihen. Der Pinselschimmel hat, da er bei Bluttemperatur nicht gedeiht, für Warmblüter keine pathogenen Eigenschaften. Die Sporen bleiben, durch Injektion Tieren ins Blut gebracht, wochenlang in Milz und Nieren liegen, ohne auszukeimen.

Gefärbt wird derselbe auf die oben angeführte Methode.

2. *Aspergillus flavescens*.

Während der *Aspergillus albus* und *glaucus* nicht pathogen ist — hat der *Aspergillus flavescens* auf Warmblüter pathogene Eigenschaften. Derselbe wächst bei hoher Temperatur. Er zeichnet sich durch große Fruchtköpfe und die grünliche Farbe seiner Kulturen aus.

3. *Aspergillus fumigatus*.

Der *Aspergillus fumigatus* trägt sehr feine Fruchtköpfe und bildet einen aschgrauen niedrigen Rasen. Er sowohl wie der *flavescens* gedeihen bei Bruttemperatur auf Brot. Auf der Gelatineplatte erscheinen Fäden, die sich rasch im Umfang ausbreiten. Die Gelatine wird verflüssigt.

4. *Mucor mucedo*.

Ist nach dem *Penicillium glaucum* der verbreitetste Schimmelpilz. Er findet sich häufig in tierischen Exkrementen, besonders im Pferdemist. Auf der Gelatineplatte erscheinen dichte Rasen mit schwarzen mohnkopfgroßen Fruchtköpfchen. Derselbe ist nicht pathogen.

5. *Mucor corymbifer* und *rhizopodiformis*.

Sind beide pathogen. Sie gedeihen bei Bruttemperatur auf Brotgelatine sehr üppig und verflüssigen die Gelatine. Ersterer bildet einen dichten schneeweißen Rasen, welcher wie gezupfte Watte aussieht, letzterer bildet einen weißen Rasen, der etwas niedriger ist und schwarze Fruchtköpfchen trägt.

Intravenöse Injektion ruft bei Kaninchen eine tödliche Erkrankung hervor, es erkranken die Organe der Reihe nach: Nieren, Darm, Mesenterialdrüsen, Milz.



Fig. 46. *Oidium lactis*. Reinkultur. Fuchsin. 800:1.

6. *Oidium lactis*. (Fig. 46).

Das *Oidium lactis* findet sich in sauer gewordener Milch und in Butter. Es gedeiht bei gewöhnlicher und bei Bruttemperatur, bildet als Schimmelpilz einen weißlichen Rasen. Die Mycelfäden steigen senkrecht auf und tragen eine endständige Kette von walzenförmigen Conidien.

Die Gelatine wird nicht verflüssigt. Auf der Gelatineplatte bildet sich ein weißer langhaariger Rasen, welcher einen Geruch nach saurer Milch annimmt. Auf Agar bilden sich weißliche Sterne, welche konfluieren und die ganze Oberfläche überziehen. Das *Oidium* ist nicht pathogen.

7. *Trichophyton tonsurans*.

Trichophyton tonsurans ist ein Pilz, welcher in den schuppigen Auflagerungen von *Herpes tonsurans* gefunden wird. Grawitz gelang es, denselben künstlich zu züchten und durch Übertragung der Kulturen auf den Menschen die bezeichnete Affektion hervorzurufen. Derselbe wächst in reichlich verzweigten, flach ausgebreiteten Fäden. Fruchtwerkzeuge fehlen denselben. Sie vermehren sich nicht durch Sporen, sondern durch Schwellung und Segmentierung der Fäden.

Die Gelatine wird nach Grawitz schnell verflüssigt. Nach Hebra ist er außerdem der Erreger der Impetigo contagiosa, sowie den Ekzema marginatum.



Fig. 47. Achorion Schoenleinii. Reinkultur. Genvianaviolett. 800 : 1.

8. Favuspilz. Achorion Schoenleinii. (Fig. 47).

Schönlein fand in den Schuppen von an Favus Erkrankten einen Pilz, den er Achorion nannte.

Die Pilzfäden wachsen senkrecht aus der Hornschicht empor, während der Trichophyton parallel mit den Zellen der Hornhaut läuft, oder spitze Winkel mit diesen bildet. Nach Unna sind drei verschiedene Arten des Favuspilzes vorhanden, welche sich durch ihr verschiedenes Wachstum auszeichnen.

Der Achorion Schoenleinii verflüssigt die Gelatine spät und sehr wenig.

Die Kulturen unterscheiden sich nur in wenig bemerkenswerter Weise von denen des Trichophyton tonsurans.

9. Oidium albicans. Soorpilz.

Der Soorpilz bildet das Übergangsglied zu den Sproßpilzen, und wird von Rees, Grawitz und Kehr zu den Hefepilzen gerechnet unter dem Namen Saccharomyces und Mycoderma albicans. Nach Plaut ist er mit dem Hefepilz Monilia caudida identisch.

Auf der Gelatineplatte entwickeln sich schneeweiße Kolonien, ohne die Gelatine zu verflüssigen.

Während der *Oidium albicans* an der Oberfläche in hefeartiger Form wächst, kommt es in der Tiefe der Stichtkultur zur Bildung von fadenförmigen Mycelien. Wie Klemperer nachgewiesen hat, ist der Soorpilz für Kaninchen pathogen. Nach Injektionen von Reinkulturen gehen dieselben innerhalb 24—48 Stunden zu Grunde.

Blastomyces. Hefepilze.

Die Sproßpilze vermögen in Zuckerlösungen alkoholische Gärung zu erregen, jedoch kommen Ausnahmen vor, und nennt man nur solche, die Gärung erregen, echte Hefepilze.

So können:

- a) Schimmelpilze wie *Mucor* *Monilia* gelegentlich Wuchsformen von Sproßpilzen annehmen. Sie treiben untergetaucht in Zuckerlösung hefeartige Sproßen und bilden sehr wenig Alkohol und Kohlensäure. Sowie sie wieder an die Oberfläche gelangen, tritt wieder Fadenbildung ein.
- b) *Torula*-Arten sind Sproßpilze, welche nur Sproßungen bilden und nur schwache Gärung hervorrufen. Sie wachsen auf flüssigem wie festem Nährboden. Gelatine wird nicht verflüssigt, doch zeigen die Kulturen lebhaftere Färbung. So die rosa Hefe erzeugt einen blaßroten, die schwarze Hefe einen tiefschwarzen Farbstoff, die Kulturen der weißen Hefe sind farblos.
- c) Die verbreitetste Art der Sproßpilze ist die der *Saccharomyces*. Sie erzeugen Gärung, d. h. sie zerlegen Glykosen in Kohlensäure und Alkohol. Nach Aufhören der Gärung, bildet die Hefe auf der Oberfläche der Flüssigkeit Decken, wobei die Sproßungen undeutlicher werden und die Zellen sich strecken, so daß sie den Hyphen ähnlicher werden. Auf Gelatine bilden sich in den Hefezügen durch freie Zellbildung innerhalb der vergrößerten Mutterzelle *resistentere* Gebilde, die man Askosporen nennt. Man

unterscheidet zwei Arten von Hefen, die Weinhefe und Bierhefe. Erstere bewirkt die spontane Gärung des Mostes. Die Bierhefe wird künstlich gezüchtet. Preßhefe. (Fig. 48).

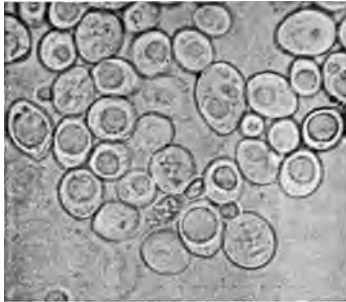


Fig. 48. Bierhefe, lebend, ungefärbt. 800 : 1.

- d) *Mykoderma cerevisiae et vini*, welche auf gegorenen Flüssigkeiten die sogenannte Kahmhaut bildet. Gärung erfolgt nur in sehr geringem Maße.

Malariaplasmodien.

Laveran in Algier war der erste, welcher in dem Blute von Malariakranken eigentümliche Gebilde fand, welche von Marchiafava und Celli, Golgi durch genauere Untersuchungen bestätigt und einem genauen Studium unterworfen wurden. Diese Gebilde, welche sie Plasmodium malariae nannten, sahen sie für den Erreger des Wechselfiebers der Malaria an. Man findet in dem Blute eines Intermittenskranken zur Zeit des Fieberanfalls in den roten Blutkörperchen kleine amöboide Gebilde, welche man genauer erkennen kann, wenn man dieselben mit Methylenblau färbt. Die Plasmodien verändern die Blutkörperchen während des Fieberanfalls in der Weise, daß sie das Hämoglobin in Melanin umwandeln. Man findet deshalb nach einem Anfall das Blutkörperchen blasser und im Innern kleine Körnchen,

welche aus Pigment bestehen, und im stande sind das Blutkörperchen ganz zu zerstören. Die Vermehrung geht durch Segmentation innerhalb 3—4 Tagen vor sich (Febris quotidiana und tertiana). Das Febris quotidiana entsteht durch das Vorhandensein beider Plasmodienarten, indem die Sporen der einen an dem ersten, die Sporen der anderen an dem zweiten Tage frei werden.

Zuweilen kommen auch geißeltragende Formen vor. Bei der Kachexie findet man sichelförmige, halbmondförmige Formen.

Die künstliche Züchtung ist bisher nicht gelungen. Da die Plasmodien nur ausschließlich bei der Malaria vorkommen, so können wir jetzt als feststehend annehmen, daß dieselben die wirklichen Erreger des Malariafiebers sind.

Man färbt die Plasmodien, indem man das der Fingerkuppe eines malariakranken Menschen entnommene Blut auf ein Deckgläschen bringt, dasselbe in Alkohol legt und mit einer Mischung von Eisenlösung und verdünnter Boraxmethylenblaulösung färbt; es erscheinen die roten Blutkörperchen gelbrot, die Leukocytenkerne violett, die Plasmodien blau.

Aktinomyces. Strahlenpilz.

Der Aktinomyces wurde schon 1845 von B. von Langenbeck entdeckt und 1878 von James Israel genauer beschrieben.

Am Kiefer des Rindes findet man häufig das Auftreten einer derben Geschwulstmasse, welche schließlich nach innen und außen abscediert. Auf dem Durchschnitte findet man absceßähnliche Herde, welche gelbe bis hanfkorngroße feste Körnchen enthalten. Mikroskopisch erscheinen diese Körperchen aus einem engen Gewirr verzweigter Fäden zu bestehen, welche von einem dichten Mittelpunkt auslaufen und an ihren Enden kolbenartig anschwellen. Sie erhalten dadurch das Aussehen einer Druse oder einer gefüllten Aster.

Israel und Wollf rechnen den Aktinomyces unter die *pleomorphen Spaltpilze*, da man neben den strahligen

Formen auch Fäden- und Kugelhaufen, „Kokkenhaufen“ findet.

Der *Aktinomyces* ist sehr leicht auf Menschen zu übertragen und geht gern von hohlen Zähnen aus. Er kann auch innere Organe befallen, Lunge, Pleura, Leber, Nieren, Darm, Herz, Gehirn, und führt häufig zum Tode.

Der *Aktinomyces* läßt sich künstlich auf Agar unter Sauerstoffabschluß züchten.

Er bildet Kolonien, welche miliaren bis hanfkorngroßen, dicht bei einander stehenden Knötchen gleichen. In Eiern bilden sich lange Fadennetze aus. In Bouillon ist das Wachstum ein langsames und spärliches.

Übertragung von künstlichen Kulturen, welche Stäbchen bilden, nie Drusen, in die Bauchhöhle von Kaninchen, ruft Aktinomykose hervor und kommt es in den verschiedenen Organen zur Bildung von typischen Aktinomycesdrüsen.

Der *Aktinomyces* färbt sich nach längerer Einwirkung der Anilinfarbstoffe. Auch nach der Gramschen Methode läßt er sich färben.

Register.

- | A. | B. |
|---|------------------------------------|
| Abbescher Beleuchtungsapparat 6. | Bacillen 1. |
| Abscesse 108. | Bacillenfäden 2. |
| Abschwächung virulenter Bakterien 62. 71. | Bacillus acetic. 42. |
| Absterbeerscheinungen 86. | — acidi lactici (Fig. 22) 42. |
| Achorion Schoenleinii (Fig. 47) 117. | — anthracis s. Milzbrand. |
| Actinomyces 120. | — butyricus (Botkin) 44. |
| Aëroben, obligate 3. | — — Hueppe (Fig. 28) 49. |
| Agar-Agar 21. | — — Prazmowsky 42. |
| Agarplatten 91. | — — viscosus 44. |
| Alkohol als Desinfektionsmittel 5. | — capsulatus (Pfeiffer) 106. |
| — — Härtungsmittel 15. | — cyanogenus 39. |
| — — Enttärungsmittel 11. 12. | — fluorescens liquefaciens 45. |
| — — Entwässerungsmittel 15. | — — non liquefaciens 45. |
| Ammoniak als Stoffwechselprodukt 4. | — indicus ruber 39. |
| Anaëroben, fakultative 4. | — Leprae 45. |
| — obligate 4. | — mallei s. Rotz. |
| — Kultivirung 29. | — maximus buccalis 44. |
| Anilinfarben 9. | — megaterium de Bary (Fig. 20) 37. |
| Anilinwasser 11. | — mesentericus vulgatus 38. |
| Ansteckung 51. | — mycoides 38. |
| Antiseptica 5. | — neapolitanus (Emmerich) 97. |
| Arthrosporen 36. | — — phosphorescenz 45. |
| Askosporen 118. | — prodigiosus (Fig. 21) 40. |
| Aspergillus fumigatus 115. | — proteus vulgaris 41. |
| — flavescens 115. | — pyocyaneus 105. |
| — albus 115. | — subtilis (Fig. 19) 36. |
| — glaucus 115. | — tetani (Fig. 31) 78. |
| Aufkitten der Trockenpräparate 9. | — typhi (Fig. 33) 79. |
| Ausglühen der Instrumente 24. | — ureae 44. |
| Auskeimung der Sporen 2. | |

Bacillus violaceus 38.
 Bakterium 1.
 Bakterium coli commune 81.
 Bakterienzelle 1.
 Bakterienreinkulturen, Anlegen 24.
 Bakteriengröße 3.
 Beggiatoa 50.
 Beleuchtung, mikroskopische 6.
 Beweglichkeit der Bakterien 3.
 Bismarckbraun 9.
 Blaue Milch 39.
 Blauer Eiter 105.
 Blut, Vernichtung der Bakterien durch 52.
 Blutserum, für Kulturzwecke 21.
 Blutserum, Apparat zum Erstarren (Fig. 7) 22.
 Blutserumtherapie 51.
 Bodenuntersuchung 32. ff.
 Bouillon 19.
 Brotbrei als Nährboden 24.
 Brownsche Bewegung 3.
 Brutofen (Fig. 14) 31.
 Buttersäuregärung 42.

C.

Canadabalsam 9.
 Carbolsäure als Desinfektionsmittel 5.
 Carbolsäurefuchsinlösung 11.
 Celloidinmethode 16.
 Chamäleonlösung 5.
 Chlor als Desinfektionsmittel 5.
 Chlorophyll 111.
 Chloroform als Desinfektionsmittel 5.
 Cholera bacillus (Fig. 35) 84.
 — Geschichte 84.
 — Morphologie 85.
 — Kultur 87.
 — Dauerformen 86.
 — Involutionsformen 85.
 — Verhalten gegen Säuren 86.
 — — gegen Austrocknen 86.
 — -Reaktion 88.

Cholera bacillus Wasseruntersuchung 92.
 — Anreicherungsverfahren 92.
 — Infektion 89.
 Choléra des poules 74.
 Cladotrix dichotoma (Fig. 26) 50.
 Classificierung 1.
 Clostridium 3.
 Colonien auf der Platte 26.
 Conidien 111.
 Kontaktpräparate siehe Klatschpräparate
 Crenothrix 49.
 Creosot als Desinfektionsmittel 5.
 Culturmethode 24.

D.

Dampsterilisationsapparate 18.
 Dampftopf, Koch, (Fig. 3) 18
 Darm, Bakterien 4. 81. 82. 91.
 Dauerformen 2.
 Dauerpräparat 9.
 Deckgläser 8.
 Deckglastrockenpräparat 7.
 Denecke Kommabacillus (Fig. 36) 94.
 Desinfektion 5.
 Desinfektionsmittel 5.
 Diphtherie bacillus 78.
 Diphtherische Lähmungen 78.
 Diplokokken 2.
 Diplokokkus pneumoniae 108.
 Doppelfärbung 14.

E.

Ehrliche Anilinwasser Farbstofflösungen 11.
 Eigenbewegung 3.
 Einschließung des Trockenpräparates 9.
 Einschnürung der Bakterienzelle bei der Teilung 2.
 Einstellen des gefärbten Präparates 9.
 — — hängenden Tropfens 6.
 Einteilung der Bakterien 1.
 Eiter, grüner 105.

Eiterungen, phlegmonöse 105.
 Emmerichs Bacillus 97.
 Empfänglichkeit 51.
 Endocarditis 104. 109.
 Endogene Sporenbildung 3.
 Endständige Sporen 3.
 Entfärbung nach Gram 13.
 Entwässerung der Schnitte 15.
 Eosin 14.
 Erde s. Boden.
 Erschöpfung des Nährbodens 2.
 Erschöpfungshypothese 53.
 Erysipelstreptokokken (Fig. 41)
 102.
 Esmarchs Rollkultur 29.
 Essigsäure als Entfärbungsmittel
 11.
 Essigsäurebildung durch Bakte-
 rien 42.

F.

Fadenpilze s. Schimmelpilze.
 Färbung des Trockenpräparates 8.
 — der Schnitte 15.
 — der Sporen 12.
 — der Geißeln 12.
 Farbenbild 9.
 Farblösungen 10.
 Farbstoffproduktion 39. 105.
 Favuspilz (Fig. 47) 117.
 Febris recurrens (Fig. 44) 110.
 Feuchte Kammer (Fig. 2) 7.
 Filtration der Luft 35.
 Finklers Kommabacillus (Fig.
 37) 95.
 Fischen von der Platte 27.
 Fixierung des Trockenpräparates
 8.
 Fleischextraktbouillon 19.
 Fleischwasserpeptongelatine 20.
 Fluoreszenz 45.
 Fluoreszierende Bakterien 45.
 Form der Bakterien 1.
 Fuchsin 9.

G.

Gärungen 118.
Gallerthülle 1. 107.

Gefügelcholera 74.
 Gefügel tuberkulose 68.
 Gegenfärbung 14.
 — nach Gram 13.
 Geißelfäden 3.
 Gelatinestichkultur 27.
 Gelenkeiterungen 104.
 — metastatische 105.
 Gentianaviolett 9.
 Gießapparat, Kochs (Fig. 9) 25.
 Glasbänkchen (Fig. 10) 26.
 Glimmerplättchen bei Platten-
 kulturen 30.
 Gonnorrhökokkus (Fig. 40) 100.
 Gramsche Methode 13.
 Gram-Günthersches Verfahren 14.
 Grüner Eiter 105.
 Grundwasser 32.

H.

Hadernkrankheit 62.
 Hängender Tropfen 6.
 Hautpilze 116. 117.
 Hefepilze, rosa, schwarze, weiße
 118.
 — Bier 119.
 Heißluftsterilisationsapparat
 (Fig. 5) 19.
 Heißwassertrichter (Fig. 6) 21.
 Herpes tonsurans 116.
 Hesses Luftuntersuchungsappa-
 rat (Fig. 18) 35.
 Heubacillus (Fig. 19) 36.
 Hühnereier zu Kulturzwecken 23.
 Hühnercholera 74.
 — tuberkulose 68.
 Hyphen 111.

I.

Immersion 6.
 Immunisierung, erworbene 52.
 — künstliche 52.
 Immunität 51.
 Impfung (Schutzimpfung) 54.
 Infektion 51.
 Infektionspforten 57.
 Injektionsspritze nach Koch (Fig.
 27) 58.

Involutionserscheinungen 86.
Jod 14.
Isolierung der Bakterien 24.

K.

Kahmhäute 37.
Kaninchenseptikämie 75.
Kapselbacillus R. Pfeiffers 106.
Kartoffel zu Kulturzwecken 23.
— nach Günther 23.
— — Globig 23.
— — Hüppe 23.
Kartoffelbacillus 38.
Keimung der Spore 2.
Kettenkokken 2.
Klatschpräparat 27.
Kochs Plattenkulturmethode 24.
Köpfchenbakterien 3.
Kohlensäure als Stoffwechselprodukt 4.
Kommabacillus der Cholera (Fig. 33) 84.
— v. Denecke (Fig. 36) 94.
— v. Finkler u. Prior (Fig. 37) 95.
— v. Miller 95.
Kugelbakterien 1.
Kuhpockenimpfung 54.

L.

Länge der Bakterienzellen 3.
Lebensäufserungen 4.
Lebensbedingungen 4.
Leprabacillus 69.
Leptothrix buccalis 45.
Leuchtbacillus 45.
Löfflers Methylenblaulösung 11.
Luftuntersuchung 34.
Lupe, zum Untersuchen von Kolonien (Fig. 16) 33.
Lustgartens Bacillus 69.

M.

Mäuseseptikämiebacillus (Fig. 32) 76.
Malaria bacillus 119.
Malignes Ödem 72.
Malleus s. Rotz.
Melanin 119.

Membran der Bakterienzelle 1.
Meningitis cerebrospinalis 109.
Methan als Stoffwechselprodukt 4.
Methylmercaptan — 4.
Methylenblau 9.
Methylviolett 9.
Metschnikoffs Phagocytentheorie 53.
Mikrokokkus agilis 46.
— candidans 47.
— luteus 46.
— prodigiosus 40.
— tetragenus 107.
— radiatus 46.

Mikroskop (Fig. 1) 6.

Mikrotom 15.
Milch 81. 88.
Milch, blaue 39.
Milchsäurebacillus (Fig. 22) 42.
Millers Kommabacillus 95.
Milzbrandbacillus (Fig. 28) 59.
— Morphologie 59.
— Künstliche Züchtung 60.
— Sporenbildung 61.
— Sporenkeimung 61.
— Resistenz der Sporen 61.
— Involutionserscheinungen 61.
— Abschwächung der Virulenz 62.

Mittelständige Sporen 3.
Molekularbewegung 3.
Monilia caudida 117.
Morphologie 1.
Mukorarten, pathogene 115.
Mutterzelle 2.
Mycel 111.

N.

Nähragar, Darstellung 21.
Nährboden, fester 17.
— flüssiger 16.
Nährbouillon 17.
Nährgelatine 20.
Nagelkultur 108.
Neapler Cholera bacillus 97.
Nephritis 109.

O.

- Objektträgerkultur 24.
 Oidium albicans 117.
 — lactis (Fig. 46) 116.
 Osteomyelitis acuta 104.

P.

- Paraffinmethode 15.
 Parasiten, fakultative 51.
 — obligate 102.
 Penicillium glaucum (Fig. 45) 114.
 Pericarditis 105.
 Petris Luftuntersuchungsmethode 35.
 — Schälchen (Fig. 18) 35.
 Pfeiffers Kapselbacillus 106.
 Phagoocyten 53.
 Phlegmonöse Eiterungen 105.
 Phosphorescenz durch Bakterien 45.
 Pilzkultur 113.
 Plasmodium malariae 119.
 Platindrähte 24.
 Platin-Öse 24.
 Platten zu Kulturzwecken 26.
 Pneumokokkus (Fig. 43) 107.
 Proteus vulgaris 41.
 Protoplasmakörper 1.
 Ptomaine 4.
 Pämie, puerperale 104.

Q.

- Quecksilberchlorid s. Sublimat. 5.

R.

- Rauschbrandbacillus (Fig. 34) 83.
 Reaktion, chemische des Nährbodens 4.
 Reagensgläschenkulturen 27.
 Recurrensspirillum (Fig. 44) 109.
 Retentionshypothese 54.
 Rhinosclerombacillus 82.
 Rotzbacillus 70.
Rouget des porcs s. Schweinerotlauf 75.

S.

- Säurealkohol 12.
 Säuregehalt des Nährbodens 4.
 Säuren als Entfärbungsmittel 11.
 — Produktion durch Bakterien 4.
 Salzsäurealkohol 12.
 Salzsäure als Desinfektionsmittel 5.
 Sandfilter zur Luftuntersuchung 35.
 Saprophyten 36 ff.
 Sarcina Form 2.
 Sarcina aurantiaca (Fig. 24) 48.
 — alba 47.
 — lutea 47.
 Sauerstoff, Verhalten der Bakterien zu 3.
 Schälchenmethode s. Petri.
 Scharlach 52.
 Schimmelpilze 111.
 Schnittbehandlung 15.
 Schraubenbakterien 1.
 Schutzimpfung 54.
 Schwefelkörnchen bei Beggiatoa 50.
 Schwefelsäure als Desinfektionsmittel 5.
 Schwefelwasserstoff als Stoffwechselprodukt 4.
 Schweinerotlaufbacillen 75.
 Schweineseuche 78.
 Semelform 100.
 Smegmabacillen 69.
 Soorpilz 117.
 Soykas Plattenmethode (Fig. 12) 29.
 Spaltpilze 111.
 Spaltung 2.
 Spindelform 3.
 Spirillum concentricum 48.
 — rubrum 49.
 — undula (Fig. 25) 48.
 — des Recurrensfieber (Fig. 44) 109.
 Spirochaete plicatilis 49.
 — dentium 49.
 Sporangium 112.

- Sporen, Färbung 12.
 — Verhalten gegen hohe Temperaturen 2.
 — Verhalten gegen Austrocknen 2.
 — Verhalten gegen Chemikalien 12.
 — Membran 2.
 Sputumseptikämie 109.
 Stäbchenbakterien 1.
 Staphylokokkus pyogenes aureus (Fig. 42) 103.
 — pyogenes albus 105.
 — — citreus 105.
 Sterigmen 112.
 Sterilisation, Allgemeines 5.
 — der Gelatine 20.
 — diskontinuierliche 21.
 — des Blutserums 21.
 StICKkultur 27.
 Stoffwechselprodukte 4.
 Strahlenpilze 120.
 Streptokokkus des Erysipels (Fig. 41) 102.
 — pyogenes 105.
 Strichkultur 28.
 Strukturbild 7.
 Sublimat als Desinfektionsmittel 5.
 Syphilisbacillen 69.
 System 1.
T.
 Tafelkokken 2.
 Temperatur optimum minimum maximum 4.
 Tetanin 74.
 Tetanusbacillus (Fig. 31) 73.
 Tetrigenus 107.
 Theilung 2.
 Thermoregulator (Fig. 15) 32.
 Thermostat (Fig. 14) 31.
 Tierversuch 56.
 Tonsillarabscess 104.
 Toxalbumine 79.
 Toxine 4.
 Traubenkokken 2.
 Traubenzuckergelatine 21.
 Trichophyton tonsurans 116.
 Trimethylamin 40.
 Tripperkokkus (Fig. 40) 100.
 Trockenpräparat 7.
 Tuberkulose, experimentelle.
 Tuberkelbacillus (Fig. 29, 30) 62.
 — Morphologie 63.
 — künstliche Kultur 64.
 — Sporenbildung 64.
 — Färbung von Trockenpräparaten 65.
 — Färbung von Schnitten 67.
 Typhusbacillus (Fig. 33) Morphologie 79.
 — Künstliche Kultur 81.
 — Sporenbildung 80.
 — Toxinbildung 81.
 — Infektion 81.
U.
 Übertragung der Bakterien auf Versuchstiere 56.
 Undula spirillum (Fig. 25) 48.
V.
 Vaccin. 62. 76.
 Vakuolen 112.
 Vegetative Formen 19.
 Verbrennen der Kadaver 59.
 Verdünnungen bei der Plattenmethode 24.
 Vermehrung 1.
 Versuchstiere 57.
 Vibrio aquatilis 97.
 — Berolinensis (Fig. 38) 98.
 — Bonhoff 99.
 — Cholerae (Fig. 35) 84.
 — Danubicus (Fig. 39) 100.
 — Dunbar 100.
 — Metschnikoff 93.
 — Proteus (Fig. 37) 95.
 Violetter Bacillus 38.
 Virulenz 67. 71.
 Vibrien septique siehe Malignes Ödem.
W.
 Wärmeregulator (Fig. 15) 32.
 Wasserbakterien 92.

Wasserdampf als Desinfektionsmittel 5.
Wasserentziehung 15.
Wasserstoff als Stoffwechselprodukt 4.
Wasserstoff bei der Anaërobenkultur (Fig. 13) 30.
Wasseruntersuchung 32.
Wolffhügel Zählapparat (Fig. 17) 33.
Wurzelbacillus 58.

X.

Xylol 9.

Z.

Ziehls Karbolfuchsinlösung 11.
Zoogloea 1.
Züchtung der Bakterien 16 ff.
Zweiteilung 2.

22. 0-

|

LANE MEDICAL LIBRARY
300 PASTEUR DRIVE
PALO ALTO, CALIFORNIA 94304

Ignorance of Library's rules does not exempt
violators from penalties.

G46
I88
1894

Itzerott, Georg.
Bakterienkunde, ein
kurzer Leitfaden für

Studierende und Ärzte

G46
I88
1894