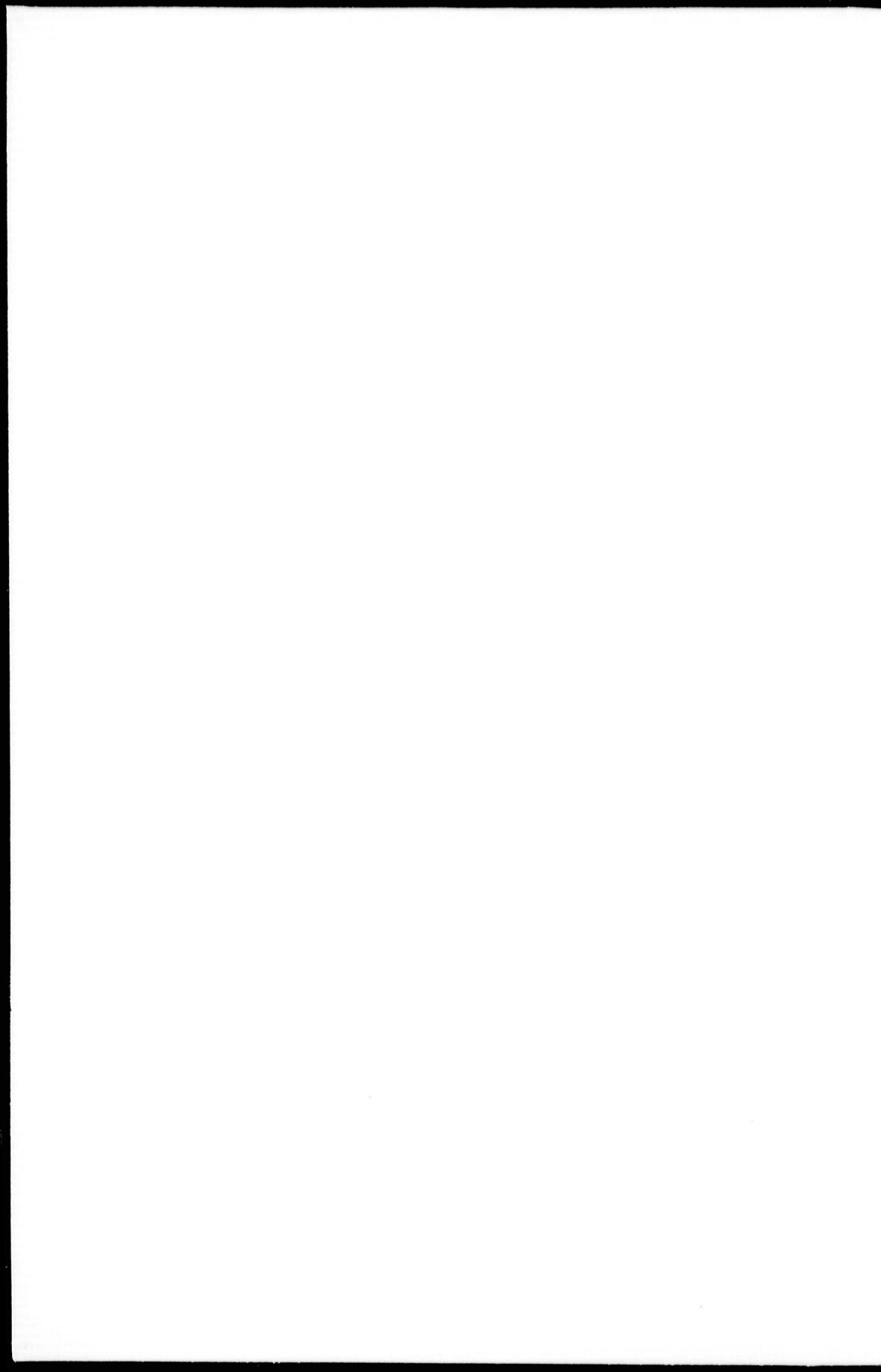


C

443





BIBLIOTHEEK UNIVERSITEIT UTRECHT



2912 643 4

C

443

3186

Die Milzbrandbakterien und ihre Vegetationen in der lebenden  
Hornhaut.

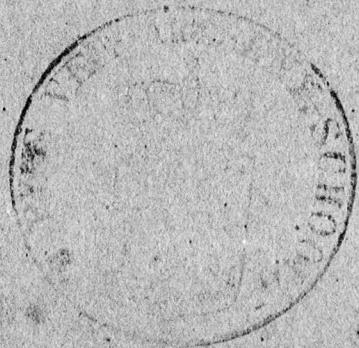
Von Prof. Dr. A. Frisch

in Wien.

(Mit 2 Tafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 13. Juli 1876.)

Aus dem LXXIV. Bde. der Sitzb. der k. Akad. der Wissensch. III. Abth. Juli-Heft. Jahrg. 1876.

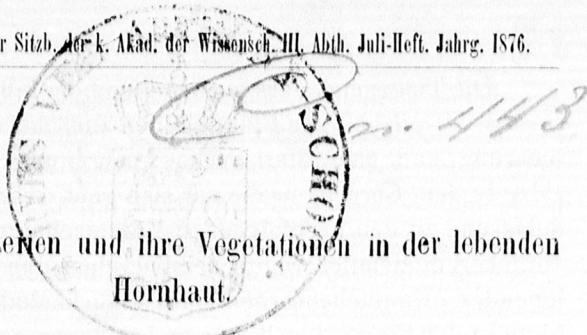


C

443



Aus dem LXXIV. Bde. der Sitzg. der k. Akad. der Wissensch. III. Abth. Juli-Heft. Jahrg. 1876.



# Die Milzbrandbacterien und ihre Vegetationen in der lebenden Hornhaut.

Von Prof. Dr. A. Frisch

in Wien.

(Mit 2 Tafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 13. Juli 1876.)

Seit Pollender und Brauell die stäbchenförmigen Körper im Blute milzbrandkranker Thiere entdeckten, sind diese Gebilde von einer grossen Zahl von Forsehern in den Kreis ihrer Untersuchungen gezogen worden und die Literatur weist eine ansehnliche Menge von Abhandlungen auf, welche sich mit der Ergründung der Natur dieser Körperchen und ihrer Beziehung zum Milzbrand beschäftigen. Dennoch gehen die Ansichten über die Natur der Stäbchen, sowie über ihre Bedeutung für das Milzbrandeontagium heute noch ziemlich weit auseinander. Während von einer Seite behauptet wird, die stäbchenförmigen Körper seien die Träger des Milzbrandgiftes, wird von anderer Seite denselben jede Bedeutung für die Milzbranderkrankung abgesprochen. Nicht anders steht es mit der Frage, was für Gebilde die stäbchenförmigen Körper eigentlich seien. Sie wurden im Laufe der Zeit für pflanzliche oder thierische Organismen, für Gewebstrümmer, Gerinnungen, Blutkrystalle u. dgl. erklärt. Während in letzterer Zeit ihre pflanzliche Natur durch zahlreiche Untersuchungen ziemlich sicher gestellt schien, erklärte sie Harz<sup>1)</sup> jüngst wieder für nicht organisierte Gebilde.

<sup>1)</sup> Zur Kenntniss der sogenannten Milzbrandbacterien (*Bacter. anthrac.* Bollinger. *Bacillus anthracis* Cohn), Centrbl. f. d. med. Wissensch., 1876, Nr. 16. Da Harz nur Thesen aufstellt, dieselben aber bis jetzt nicht begründet, kann auf seine Behauptungen selbstverständlich nicht näher eingegangen werden.

Die Thatsache, dass nach Impfung der lebenden Kaninchen-cornea mit pilzhaltigen Flüssigkeiten zunächst eine lebhafte Vermehrung und charakteristische Ausbreitung der eingeimpften Pilze in dem Corneagewebe vor sich geht, war die nächste Veranlassung zu den nachfolgenden Untersuchungen<sup>1)</sup>. Es war von vornehmerein ziemlich wahrscheinlich, dass durch Impfungen der lebenden Kaninchencornea mit stäbchenhaltigem Milzbrandblute in der Frage über Wesen und Bedeutung dieser Körperchen sich Manches klar stellen liesse, insoferne sich für diese Untersuchungsmethode nachfolgende Gesichtspunkte darboten:

1. Entstehen nach Impfung der lebenden Cornea mit stäbchenhaltigem Milzbrandblut Vegetationen dieser Stäbchen in der Cornea, so kann darüber kein Zweifel mehr sein, dass man es mit organisirten Gebilden zu thun hat.
2. Sind die stäbchenförmigen Körper die Träger des Milzbrandcontagiums, so ist es möglich, dass durch eine rapide Vermehrung und lebhafte Vegetation derselben in der Cornea eine Allgemeininfektion (Erkrankung an Milzbrand) zu Stande kommt.
3. Das Ergebniss der Blutuntersuchungen bei Milzbrand ist bis heute (neben Obermeiers Recurrensspirillen) die einzige erwiesene Thatsache, welche für die Existenz eigener „pathogener“ Organismen im Blute spricht, die Stäbchen des Milzbrandblutes sind die einzigen derartigen Organismen, auf welche diese Bezeichnung im wahren Sinne noch anwendbar wäre. Es ist bis jetzt nicht gelungen, durch Impfung der lebenden Cornea mit stäbchenförmigen Pilzen (Bacterien), welche den verschiedensten putriden Substanzen entnommen waren, eine Vermehrung und Wucherung von Stäbchenformen in der lebenden Cornea zu er-

---

1) Impfungen der lebenden Cornea mit Milzbrandstäbchen wurden, wenn auch in geringer Zahl und nicht in ganz vorwurfsfreier Weise schon von Eberth angestellt. (Zur Kenntniß der bacteritischen Mykosen, Leipzig 1872). Verschiedene äussere Umstände hinderten ihn, diese Untersuchungen zum Abschluss zu bringen (i. e. pag. 25). Aus einer späteren kurzen Mittheilung Eberth's über Milzbrandimpfungen (Untersuchungen aus dem pathologischen Institute zu Zürich, II. Heft, 1874, pag. 36), ist, da er keine neuen Resultate verzeichnet, nicht zu entnehmen, ob ihm seitdem neues Versuchsmaterial zu Gebote stand.

zielen. Die Vegetationen in der Cornea erscheinen immer aus kugeligen Formen gebildet. Da die Milzbrandstäbchen sich von den Bacterien, welche sich in faulenden Aufgüssen, in Entzündungsprodukten, im Harn, in saurer Milch etc. vorfinden, so wesentlich unterscheiden, dass sie mit diesen nach einiger Übung und bei genauerer Betrachtung gar nicht verwechselt werden können, könnte vielleicht, wenn sich ihre Vegetationen in der Cornea in anderer Weise als bei anderen Bacterien gestalten, ein Grund mehr für die Annahme gefunden sein, dass die stäbchenförmigen Körper des Milzbrandblutes eine eigene nur an eine bestimmte Krankheitsform gebundene Species der Bacterien darstellen.

Ehe ich mit der Schilderung der Corneaimpfungen beginne, muss ich eine Beschreibung der im Milzbrandblute vorkommenden stäbchenförmigen Gebilde voranschieken, einertheils um sicher zu stellen, dass ich es in den nachfolgenden Versuchen wirklich nur mit den pathogenen Stäbchen des Milzbrandes zu thun hatte, andertheils weil über die Natur dieser Stäbchen (ihre Form, Grösse, Bewegungsfähigkeit, über ihre Entwicklung und ihren endlichen Zerfall) die Angaben der Beobachter weder übereinstimmend noch correct und erschöpfend sind, und die mir bekannten Abbildungen von Milzbrandstäbchen keine richtigen Vorstellungen von denselben zu geben im Stande sind.

Alle folgenden Angaben beziehen sich auf Blut, welches unmittelbar nach dem Tode Thieren entnommen wurde, die unzweifelhaft an Milzbrand zu Grunde gegangen waren. Eine etwaige Verwechslung mit Fäulnissbacterien muss also von vornehmerein ausgeschlossen werden. Die Blutproben wurden ohne Zusatz irgend einer Flüssigkeit untersucht; es ist selbstverständlich, dass Instrumente sowohl als Objektträger und Deckgläser mit der grössten Sorgfalt gereinigt waren und dadurch eine Beimengung fremder Elemente nach Thunlichkeit hintangehalten wurde.

Die Stäbchen fanden sich in dem Blute fast aller an Impf-milzbrand gestorbenen Thiere. Es sind durchwegs feine, platte, von vollkommen geraden Contouren begrenzte, gleichmässig dicke, ziemlich stark lichtbrechende stabförmige Körper, an welchen keine Einschnürungen, wohl aber sehr zarte Querstreifen als Ausdruck einer Gliederung zu sehen sind. (Fig. 1,

*a, z)* Die grosse Mehrzahl der Stäbchen zeigt drei solcher feiner Querstreifen, durch welche dieselben als aus vier gleich grossen Stücken gebildet erscheinen. Neben diesen viergliedrigen Stäbchen, welche theils gerade gestreckt, theils in der Mitte geknickt erscheinen, finden sich auch zweigliedrige, welche halb so lange wie die vorigen sind. Diese zweigliedrigen Stäbchen sind die kleinsten normaler Weise vorkommenden selbständigen Elemente, aus welchen die verschiedenen Formen sich zusammensetzen. Ich sah sie niemals weiter in einzelne Glieder zerfallen.

Dieses Normalstäbchen, dessen beide Stücke länger als breit sind, wäre nach der gebräuchlichen Nomenclatur als Diplobacterie zu bezeichnen.

Die viergliedrigen Formen sind im Blute in weitaus grösserer Zahl vorhanden als die zweigliedrigen. Sie bilden durch Aneinanderreihung zu zwei, drei, zehn und mehr viergliedrigen Elementen Ketten, die zuweilen als gestreckte sehr lange Fäden erscheinen, zuweilen vielfach geknickte oder gewundene Formen darstellen. Bei Strömungen in der Flüssigkeit, in welcher diese Kettenformen suspendirt sind, sieht man deutlich, dass die Einknickungen am leichtesten und schnellsten dort entstehen, wo ein viergliedriges Stäbchen an das nächste stösst, während in der Mitte der viergliedrigen Stäbchen, also dort, wo die beiden Diplobacterien zusammenhängen, Einknickungen schwerer und nur unter stumpferen Winkeln zu Stande kommen. Hieraus lässt sich schliessen, dass die Verbindung zweier Diplobacterien zu einem viergliedrigen Stäbchen eine festere ist, als die Vereinigung dieser untereinander zu längeren Formen. Neben den viergliedrigen Stäbchen und den aus diesen gebildeten Streptobacteria-Formen finden sich auch Stäbchen und Ketten, welche aus einer ungeraden Anzahl von Diplobacterien zusammengesetzt sind, in grösserer oder geringerer Menge. Die weit auseinandergehenden Angaben, welche man über die Grösse der Mizbrandstäbchen in der Literatur findet, erklären sich wohl daraus, dass man einmal die Länge der einfachen Diplobacterien, ein anderesmal jene der Doppelformen oder drei- und mehrgliederiger Ketten bestimmte und wiewohl die Andeutung einer Gliederung der Stäbchen längst bekannt und von

verschiedenen Forschern erwähnt wurde, man sich doch nicht darüber einigte, welche Form als das Einzelindividuum zu betrachten sei.

Die Milzbrandstäbchen sind nicht cylindrisch, sondern platt, bandförmig. In jedem Blutpräparate kann man neben zahlreichen breiteren hellen Bacterien einige ausserordentlich feine, dunklere Stäbchen constatiren. (Fig. 1,  $\alpha$ ,  $\beta$ .) Man überzeugt sich leicht, dass man dieselben Körperchen vor sich hat; sie sind gegen die anderen Stäbchen um 90° gedreht, so dass man bei Aufsicht nicht ihre Breiten-, sondern ihre Tiefendimension wahrnimmt. Letztere steht also gegen erstere beträchtlich zurück, und erscheint in der That unmessbar. Am leichtesten lassen sich diese Verhältnisse an Stäbchen erkennen, welche um ihre Längsaxe eine Torsion erlitten haben. (Fig. 1,  $\alpha$ ,  $\gamma$ .) Man sieht dann das Stäbchen an den beiden Enden von der breiten Seite; in der Mitte erscheint es am schmälsten, und mit ausreichenden Vergrösserungen gelingt es ohne Mühe durch sorgfältige Einstellung die an dem einen Ende nach rechts gelegene Kante, über die Mitte erst aufsteigend, dann wieder absteigend nach der linken Seite des andern Endstückes zu verfolgen. Kann man nun noch ein solches Stäbchen bei Strömungen in der Flüssigkeit verfolgen, während es sich um seine Längsaxe wälzt, oder wird durch die Bewegungen in der Flüssigkeit die Drehung im Verlaufe des Stäbchens wieder behoben, so dass es der ganzen Länge nach entweder von der schmalen oder von der breiten Seite zu Gesicht kommt, was ganz häufig der Fall ist, so wird die Richtigkeit obiger Thatsache ganz sichergestellt.

Bollinger, welchem wir eine Reihe verdienstvoller Arbeiten auf dem Gebiete der Thiermedizin verdanken und von dem auch die letzten ausführlicheren Untersuchungen und Mittheilungen über Milzbrand herrühren, erwähnt, dass jedes Milzbrandstäbchen aus „kugeligen oder kurzzyklindrischen Gliedzellen — Kugelbacterien — zusammengesetzt sei.“<sup>1)</sup> Es scheint

<sup>1)</sup> Dr. O. Bollinger: Beiträge zur vergleichenden Pathologie und pathologischen Anatomie der Haustiere. II. Heft. Zur Pathologie des Milzbrandes, München 1872, pag. 70 und H. v. Ziemssen, Handbuch der speciellen Pathologie und Therapie, III. Band, Leipzig 1874. Bollinger: Infectionen durch thierische Gifte. Milzbrand, pag. 464.

mir, abgesehen davon, dass es nach unseren jetzigen Kenntnissen über die Coccobacteria<sup>1)</sup> nicht angeht, „kugelige oder kurzeylindrische Gliederzellen“ unter dem gemeinsamen Namen „Kugelbacterien“ (*Coccus*) zusammenzufassen, allerdings möglich, die einzelnen Glieder der Milzbrandstäbchen für cylindrisch zu halten, niemals aber gewähren diese Körperchen im frischen Zustande ein Aussehen, als ob sie aus kugeligen Formen zusammengesetzt seien. Die Abbildungen, welche Bollinger von Milzbrandbacterien gibt, dürften kaum Anspruch darauf machen, eine naturwahre und deutliche Darstellung derselben im frischen Zustande zu geben. Fig. 1 der Tafel I (Bollinger, Beiträge etc. II. Heft) ist wohl nach einem frischen Präparate gezeichnet, lässt aber die Details wegen zu geringer Vergrösserung (Hartnack, Obj. 7, ocul. 3) nicht erkennen. Fig. 2 zeigt Milzbrandbacterien, welche zuerst „in geringem Grade durch Wasser aufgequollen“ dann eingetrocknet waren und „nach 2 Monaten wieder aufgeweicht“ wurden.<sup>2)</sup> Man darf sich nicht wundern, wenn diese Stäbchen mit frischen Milzbrandbacterien nur wenig Ähnlichkeit haben. Fig. 3, Taf. II, stellt Milzbrandstäbchen „durch Wasserzusatz künstlich aufgequollen“ 2 Tage nach dem Tode des Thieres, also auch nicht in ihrer natürlichen Form dar. Ebenso ist Fig. 4, Taf. III, nach einem „frischen Präparate 3 Tage nach dem Tode des Thieres“ gezeichnet und auch diese Stäbchen sind durch Wasserzusatz künstlich aufgequollen. In der Erklärung dieser Tafel heisst es: „Die Zusammensetzung der Cylinderbacterien aus Kugelbacterien sehr deutlich.“ Wenn man sieht, mit welcher ängstlichen Sorgfalt in dieser Zeichnung die Zerstreuungskreise um jedes einzelne Körnchen und die dunklen Punkte in deren Mitte copirt sind, kann man den Verdacht nicht unterdrücken, dass das Object bei falscher Ein-

<sup>1)</sup> Billroth: Untersuchungen über die Vegetationsformen von *Coccobacteria septica*, Berlin, 1874.

<sup>2)</sup> Nach Bollinger sollen die Milzbrandbacterien durch rasches Eintrocknen in dünnen Lagen an freier Luft mit oder ohne vorherigen Wasserzusatz in ihrer ursprünglichen Form erhalten bleiben. Nach meinen Erfahrungen werden die Milzbrandstäbchen durch diese Conservirungsmethode fast aller ihrer charakteristischen Merkmale beraubt.

stellung der Linse gezeichnet wurde<sup>1)</sup> und es kann demzufolge aus den undeutlichen und scheinbar kugeligen Formen kein Schluss auf die wahre Gestalt dieser Körperchen gestattet sein<sup>2)</sup>. Wenn daher Bollinger an einer späteren Stelle<sup>3)</sup> sagt: „Die Vermuthung von F. Cohn, dass die contagioen Baeterien alle in die Classe der Kugelbacterien gehörten, und dass lieber vielleicht auch die Bacteridien Davaine's zu rechnen seien, kann ich somit für die Milzbrandbacterien bestätigen“, so glaube ich, dass diese Bestätigung keineswegs erbracht sein dürfte, und ich werde später noch darauf zurückkommen, dass die Baeterien des Milzbrandes sich gerade dadurch charakterisiren, dass sie unter Verhältnissen, wo alle anderen Baeterien in Kugelformen zerfallen, ihre Stäbchenform unverändert beibehalten.

Auch die Abbildung, welche Cohn von den Milzbrandstäbchen gibt (Beiträge zur Biologie der Pflanzen, III. Heft, Tafel V, Fig. 9) gibt keine ganz richtige Vorstellung von dem wahren Aussehen dieser Gebilde.<sup>4)</sup>

Die Milzbrandbacterien sind meist ruhend, doch kann man an denselben zuweilen auch selbständige Bewegungen beobachten. In drei Fällen, (jedesmal war das Blut der Leiche des Thieres unmittelbar nach dem Tode entnommen und ohne Zusatzflüssigkeit unter das Mikroskop gebracht) konnte ich diese Bewegungen in allen von dem betreffenden Blute angefertigten Präparaten constatiren. Die Bewegungen sind nicht sehr lebhaft und lassen sich in keiner Weise mit denen der Fäulnissbacterien vergleichen. Die zwei- und viertheiligen Stäbchen durchwandern

<sup>1)</sup> Die Zeichnungen wurden nicht von Bollinger selbst angefertigt.

<sup>2)</sup> Fig. 8 und Fig. 9 in dem Aufsatze über Milzbrand in Ziemssen's Handbuch sind Copien der Fig. 1 und 3 aus der citirten Monographie. Es ist daher über diese Abbildungen nichts Neues zu bemerken. Durch die Übertragung auf den Holzstock haben sie an Deutlichkeit nichts gewonnen.

<sup>3)</sup> Zur Pathol. d. Milzbrandes, pag. 74.

<sup>4)</sup> Cohn konnte sich übrigens auch nicht von einer rosenkranzähnlichen Zusammensetzung der Anthraxbacillen aus Kugelbacterien überzeugen, l. e. pag. 200. Ebenso leugnet Siedamgrotzky (Zur Kenntniß der Milzbrandbacterien. Deutsche Zeitschrift f. Thiermedicin und vergleich. Pathologie, I. Band, pag. 254) Einschnürungen der Längscontouren „wie man sie aus den Abbildungen Bollinger's schliessen könnte“.

das Gesichtsfeld, indem sie sich mit ihrer Längsaxse abwechselnd nach rechts und links wenden, so dass sie ihren entweder gerade verlaufenden oder im Bogen beschriebenen Weg in einer vielfach gebrochenen Linie zurücklegen. Dabei entstehen zeitweilig Knickeungen der Stäbchen, welche sich im Vorwärts-schreiten wieder ausgleichen. Die Kettenformen zeigen eine aalartig schlängelnde Bewegung. Wenn die Körperchen auf ein Hinderniss stossen, suchen sie dasselbe zuerst durch fortgesetzte Pendelschwingungen zu überwinden und biegen, wenn diess nicht gelingt von dem eingeschlagenen Wege seitwärts ab, oder durchlaufen denselben Weg nach rückwärts mit dem hinteren Ende voraus. Alle diese Bewegungen sind langsam und lassen sich auch noch mit den stärksten Vergrösserungen leicht verfolgen.

Fast alle Forscher erklären die Milzbrandbacterien für ruhende Stäbchen. Brauell<sup>1)</sup> beschreibt Bewegungen der Milzbrandstäbchen, behauptet aber, dass die anfangs bewegungslosen Stäbchen erst am dritten Tage beweglich werden. Bollinger<sup>2)</sup>, der die Milzbrandbacterien immer nur ruhend gesehen hat, will diese Beobachtung Brauell's durch eine Verwechslung mit den inzwischen im Blute entstandenen Fäulnissbacterien erklären. Gegen diese Deutung spricht wohl zunächst der Umstand, dass Fäulnissbacterien, wie Bollinger selbst zugestehet, mit den Milzbrandbacterien kaum zu verwechseln sind, am allerwenigsten, wenn sie in einem und demselben Präparate nebeneinander vorkommen. Brauell beschreibt nun allerdings Körperchen im Milzbrandblute, welche mit den echten Milzbrandstäbchen wenig Ähnlichkeit haben und schildert einen Vorgang der Entstehung beweglicher Stäbchen aus zerfallenen Milzbrandkörperchen<sup>3)</sup> der den Verdacht einer Verwechslung mit Fäulnissbacterien rege macht; doch erzählt derselbe Autor später<sup>4)</sup> in ausführlicher Weise, wie anfangs unbewegliche

<sup>1)</sup> Versuche und Untersuchungen betreffend den Milzbrand des Menschen und der Thiere. Virchow's Archiv, Band 11, pag. 139.

<sup>2)</sup> Zur Pathologie des Milzbrandes, pag. 72.

<sup>3)</sup> Weitere Mittheilungen über Milzbrand und Milzbrandblut. Virchow's Archiv, Band 14, pag. 454.

<sup>4)</sup> Virchow's Archiv, Band 14, pag. 456.

Milzbrandstäbchen, welche er lange Zeit hindurch in demselben Präparate beobachtete, unter seinen Augen Bewegungen an nahmen, „ohne das geringste Zeichen des Zerfalls oder der Auflösung“ erkennen zu lassen. „Obgleich Irrthum bei Beobachtungen“, fügt Braeß dieser Schilderung hinzu, „namentlich mikroskopischen, möglich ist, so fand doch bei diesen eben mitgetheilten ein solcher sicher nicht statt, denn es war im vorliegenden Falle Nichts zu deuten, sondern nur mit offenem Auge zu sehen und was ich eben beschrieben, das habe ich nicht einmal, sondern zu wiederholten Malen gesehen“. Obgleich es mir nicht gelungen ist, mich von Braeß's Angaben zu überzeugen, glaube ich doch, dass daran nicht zu zweifeln ist, um so mehr da ja Bewegungen an Milzbrandstäbchen schon wenige Stunden nach ihrem Auftreten in der That beobachtet werden können.

Delafond<sup>1)</sup>, welcher behauptete, die Stäbchen werden erst am 10. Tage beweglich, dürfte wohl Fäulnissbacterien vor sich gehabt haben. Grimm<sup>2)</sup> beschreibt Bewegungen der Fäulnissbacterien und sagt, dass auch die Milzbrandbacterien dieselben Bewegungen zeigen. Die übrigen Angaben dieses Beobachters sind aber von so zweifelhafter Art und seine Darstellungsweise ist so wenig Vertrauen erweckend<sup>3)</sup>, dass es nicht Wunder nehmen kann, wenn diese Beobachtung, wie alle übrigen, nicht weiter beachtet wurde.

Um zu entscheiden, ob die Milzbrandbacterien einer Weiterentwicklung oder Vermehrung fähig seien, welche der direkten Beobachtung zugänglich ist, wurde eine doppelte Reihe von Untersuchungen angestellt: Blut, welches Milzbrandstäbchen enthielt, wurde unmittelbar nach dem Tode des Thieres theils in offenen Uhrschälchen, theils in verkorkten Fläschchen gleichzeitig an einem kühlen Orte und im Brütkasten bei einer Temperatur von 38 bis 40° Celsius aufbewahrt und von Zeit zu Zeit mikroskopisch untersucht. Der Cadaver des an Milzbrand verendeten Thieres blieb dieselbe Zeit hindurch liegen,

<sup>1)</sup> Recueil d. mèd. vétér. 1860.

<sup>2)</sup> Zur Naturgeschichte der Vibronen, Archiv für mikroskop. Anatomie, VIII. Band, pag. 520.

<sup>3)</sup> Man vergleiche: O. Grimm, Zur Pathologie des Milzbrandes, Virch. Archiv, Band 14, pag. 262.

und auch von diesem wurde in gleichen Zeitabschnitten ein Tropfen Blut aus dem Herzen oder den Gefässen entnommen und unter das Mikroskop gebracht. Dass die Milzbrandbacterien bei beginnender Fäulniss des Blutes und mit dem Erscheinen der Fäulnissbacterien zu Grunde gehen, darin stimmen alle Beobachter überein. Bevor aber noch die ersten Anzeichen der Fäulniss sich zeigen, liessen sich an den Milzbrandstäbchen Veränderungen beobachten, welche zwar nicht immer aber doch in einer grossen Zahl der Fälle in gleicher Weise eintraten. Es scheint, dass nicht jedes Blut und nicht jede Vegetation von Milzbrandbacterien die Bedingungen für diese Veränderungen in sich schliesst.

Die Blutproben, welche im Brütofen einer Temperatur von 38 bis 40° Celsius ausgesetzt waren, verfielen so rasch der Fäulniss, dass die Stäbchen des Milzbrandblutes in den massenhaft auftretenden Fäulnisselementen sich bald der Beobachtung entzogen. An jenen Blutmengen jedoch, welche in niedrigere Temperatur gebracht wurden, sowie an den in den Kellern aufbewahrten Thiercadavern liessen sich mit grosser Übereinstimmung in mehreren Fällen folgende zwei Arten von Metamorphosen der Milzbrandstäbchen nachweisen:

1. Die Stäbchen, welche im frischen Zustande ein vollkommen homogenes Aussehen hatten, erschienen am Ende des zweiten Tages wie geträut, ausserordentlich fein granulirt. 24 Stunden später war an diesen Stäbchen, welche in Bezug auf Grösse und äussere Umrisse noch keine Veränderung zeigten, eine zarte Hülle und ein in einzelne Kugelchen zusammengeballter Inhalt zu unterscheiden. Diese Kugelchen haben zum grössten Theil einen Durchmesser, welcher kleiner ist als die Breite der Hülle, so dass sie dieselbe nicht auf beiden Seiten mit ihrer Oberfläche berühren. Sie liegen nicht in geschlossener Reihe, sondern in ungleichen Abständen von einander, theils an der Wand, theils in der Mitte des Schlauches. Diese Umstände beseitigen dem Einwand, als habe man nichts Anderes als ein Zerfallen der Stäbchen in die sie zusammensetzenden „Kugelbacterien“ vor sich, alle Wahrscheinlichkeit. Am 4. Tage, zuweilen auch noch am Ende des dritten, jedenfalls aber bald nach der erfolgten Zusammenballung des Plasma's, verlieren die Stäbchen ihre

gerade gestreckte Form und ihre scharfen Contouren. Sie erscheinen gekrümmt, die Hölle ist stellenweise gefaltet oder geknickt; von der ursprünglichen regelmässigen Gliederung ist Nichts mehr wahrzunehmen. (Fig. 1,  $\delta$ ) Vom fünften Tage anfangen, selten früher, findet man leere Schläuche einzeln oder zu kleinen Häufchen aggregirt. (Fig. 1,  $c$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$ ). Neben diesen zeigt die Flüssigkeit einzelne und zu Gruppen vereinigte kleine, gelbliche, kugelige Körperchen (Fig. 1,  $c$ ,  $\gamma$ ), offenbar den nunmehr freigewordenen Inhalt der Schläuche. Soweit konnte ich diesen Vorgang verfolgen, ohne durch das Auftreten von Fäulnisselementen in der Beobachtung gestört zu werden. Die Frage, ob aus den freigewordenen kugeligen Körperchen wieder Bacterien sich entwickeln können, kann ich nicht beantworten. Mit dem Erscheinen der Fäulnissorganismen wird jede weitere Beobachtung illusorisch, da man diese Kügelchen von den anderen zahlreichen Coccusformen nicht mehr auseinanderhalten kann. So viel aber ist sicher, dass vom Beginne der Fäulnissvegetationen bis zu deren Ende, der endlichen Auflösung aller Organismen in einen molekularen Detritus, in keinem Stadium in dem Blute wieder Bacterien zu finden sind, welche die charakteristischen Merkmale der Milzbrandbacterien zeigen.

Die eben beschriebenen Vorgänge waren hauptsächlich an jenen Blutmengen zu beobachten, welche in flachen Uhrschalen in der feuchten Kammer aufbewahrt wurden. Diese Metamorphose der Bacterienkörper zu kleinen Kügelchen ist Nichts den Milzbrandstäbchen als solchen Eigenthümliches, vielmehr kann diese Umwandlung an allen Formen der Fäulnissbacterien oft und deutlich verfolgt werden.<sup>1)</sup>

2. In dem Blute der an Milzbrand verendeten Thiere, welche im Keller liegen gelassen wurden und in jenen Blutproben, welche in verschlossenen Fläschen aufbewahrt wurden, fanden sich am 6. bis 8. Tage neben vielen unverändert erhaltenen Milzbrandstäbchen jene Formen von Bacterien, welche Billroth<sup>2)</sup> Helobacterien nennt. Es sind dies „nagelartig aus-

<sup>1)</sup> Vergl. Billroth: Untersuchungen über die Vegetationsformen von *Coccobacteria septica* etc., Berlin 1874, pag. 21 und Taf. IV, Fig. 36.

<sup>2)</sup> L. e. pag. 22 und Taf. IV, Fig. 37.

schende“ Körperchen, welche aus einem stark glänzenden scharfcontourirten Kugelchen und einem damit zusammenhängenden ausserordentlich blassen und zarten Stäbchen bestehen. Zuweilen tragen die Stäbchen an beiden Enden diese glänzenden rundlichen Körperchen, welche sich später von ihnen ablösen und auch frei in der Flüssigkeit gefunden werden. (Fig. 1, d.) In der Bildung dieser geknöpften Bacterienformen, für welche man gleichfalls in der Entwicklung der Fäulnissbacterien ein Analogon findet, hat man die Entstehung von Dauersporen (Billroth<sup>1)</sup>) vor sich. Das blasse Anhängsel der glänzenden Kugelchen stellt die zusammengefallene Plasmahülle vor, die Kugelchen selbst, welche sich durch ihren starken fettartigen Glanz und ihre scharfen Contouren sowie durch ihre Grösse<sup>2)</sup> von den bei der früher beschriebenen Metamorphose frei werden den Kugelchen unterscheiden, sind das zu Dauersporen umgewandelte Plasma der Stäbchen. Die Entstehung von Dauersporen beobachtet man bei Fäulnissbacterien am leichtesten, wenn Aufgüsse faulender Gewebe bei Absperrung der Luft aufbewahrt werden oder wenn man Fleischstückchen in Paraffin oder Oel luftdicht einschliesst. (Billroth, l. c. pag. 23.) Man sieht, dass in den vorliegenden Versuchen sich das Milzbrandblut unter analoger Verhältnissen befand.

Man könnte mir hier allerdings den Einwand machen, dass die Helobacterien, welche ich in dem Milzbrandblute fand, möglicherweise in keinem Zusammenhange mit den Milzbrandstäbchen stehen, dass es sich um Dauersporenbildung in Fäulnissbacterien, welche inzwischen in dem Blute entstanden seien, handeln könnte, umso mehr, da ich den Übergang der Milzbrandstäbchen in jene geknöpften Formen nicht direct beobachten konnte. Dagegen habe ich Folgendes zu bemerken:

1. Es gelang mir in zwei Fällen dieselben Helobacterien, wie sie in dem unter Abschluss der Luft aufbewahrten Blute vorhanden waren, in der Milz von Thieren, welche an Impfmilzbrand verendet waren, unmittelbar nach dem Tode zu constatiren.

<sup>1)</sup> L. c. pag. 22, 23.

<sup>2)</sup> Sie sind fast durchwegs um das 4- bis 10fache grösser als die bei dem sub 1 erwähnten Vorgang entstehenden Kugelchen.

Sie stimmten in Form, Grösse und Aussehen vollkommen mit den ersterwähnten überein. In dem einen Falle <sup>1)</sup> fanden sich in dem Blute des Thieres zahlreiche, in der Umgebung der Impfstelle spärliche unveränderte Milzbrandstäbchen, in dem zweiten Falle <sup>2)</sup> waren im Blute des Thieres nur wenige, in der Umgebung der Impfstelle zahlreiche <sup>3)</sup>, in der Milz aber in beiden Fällen auch nach genauester Untersuchung und Anfertigung zahlreicher Präparate gar keine normalen Milzbrandstäbchen, sondern nur Helobacterien und freie Dauersporen nachzuweisen. In diesen beiden Fällen kann von einer Verwechslung mit Fäulnissbakterien keine Rede sein.

2. Ich konnte die Entstehung echter charakteristischer Milzbrandstäbchen aus Dauersporen durch Impfungen der lebenden Cornea sicherstellen. Hierauf komme ich bei der Beschreibung der Hornhautimpfungen zurück.

Brauell beschrieb schon im Jahre 1857<sup>4)</sup> den Vorgang der Dauersporenbildung in Bakterien. Er constatirte in Milzbrandblut, welches er lange Zeit hindurch stehen liess und von Zeit zu Zeit untersuchte, das Auftreten „kleiner, runder, bläschenartiger Molecille“, deren genetische Beziehung zu den Bakterien er insoferne nachweisen konnte, als er daneben die beschriebenen geknöpfsten Formen fand und das Ablösen des Kügelehens von dem blassen Stäbchen direct beobachtete. Leider ist aus der Beschreibung dieser Beobachtung nicht mit Sicherheit festzustellen, ob es sich dabei wirklich um Dauersporenbildung in den Milzbrandbakterien handelte. In einer späteren Mittheilung <sup>5)</sup> schildert derselbe Autor die Entstehung beweglicher Stäbchen aus den Zerfallsproducten der unbeweglichen Milzbrandbakterien. Sie sollen einfach durch

<sup>1)</sup> Vergl. Fall VI, 1 der Tabelle.

<sup>2)</sup> Vergl. Fall XIII, 4 der Tabelle.

<sup>3)</sup> Bollinger (Zur Pathol. d. Milzbr.) macht darauf aufmerksam, dass die Milzbrandbakterien unter Umständen auch local im Blute milzbrandiger Thiere vorkommen können, dass sie namentlich in der Umgebung der Impfstelle in grosser Zahl vorhanden sein können, während man sie in anderen Körpertheilen vermissc.

<sup>4)</sup> Virch. Arch. B. 11, pag. 140.

<sup>5)</sup> Virch. Arch. B. 14, pag. 454.

Aneinanderreihung der Moleküle zu Stande kommen, durch fortwährende Anlagerung neuer Körnchen wachsen und in dem Maasse an Zahl und Grösse zunehmen, als sich die Molekulärmasse vermindert. Da Brauell in derselben Arbeit das schon früher erwähnte Beweglichwerden unbeweglicher Milzbrandstäbchen beschreibt, die Identität der beweglichen und unbeweglichen Stäbchen ausdrücklich constatirt und diese Entstehung beweglicher Stäbchen aus den Molekülen unbeweglicher nur als eine zweite Art des Vorgangs auffasst, so ist anzunehmen, dass er die neu entstandenen Coccusketten (denn um solehe scheint es sich zu handeln) gleichfalls für identisch mit den Milzbrandstäbchen hält. Ich glaube mit Sicherheit behaupten zu können, dass Brauell hier einem Irrthume unterlegen ist und Fäulnissorganismen vor sich hatte. Bollinger<sup>1)</sup> fand in dem Blute einer Katze, welche 26 Stunden nach der Impfung mit bacterienhaltigem Milzbrandblut verendete, „kleine, panettörmige, glänzende Körperchen“ aber keine Stäbchen. Von dem Blute dieses Thieres wurden Präparate angefertigt und dieselben zu verschiedenen Zeiten wieder untersucht. Nach 42 Stunden entdeckte Bollinger in diesen Blutpräparaten eine „Unzahl von stäbchenförmigen Körpern, wie sie für den Milzbrand charakteristisch sind“. Er zweifelt nicht daran, dass sie sich aus den „punktformigen Keimen (Kugelbacterien)“ entwickelt hatten wiewohl er den Vorgang nicht direct verfolgen konnte. Wie Bollinger weiter zu dem Schlusse kommt „die Bacterienkeime vermehren sich fortwährend durch Zweittheilung und setzen in Reihen vereinigt die Stäbchen (Cylinderbacterien, Mesobacterien) zusammen, welche an allen Punkten gleichmässig durch Zelltheilung wachsen“<sup>2)</sup>, ist aus der mehrerwähnten Monographie nirgends zu entnehmen. Siedam grótzky<sup>3)</sup> findet, „dass neben den Stäbchen stets, wenn auch in wechselnder Zahl, die von Bollinger als Bacterienkeime bezeichneten Gebilde sowohl an der Impfstelle, als im Blute, während des Lebens und nach dem Tode“ vorhanden seien. Er will diese Bacterienkeime als

<sup>1)</sup> Zur Pathol. d. Milzbrandes, pag. 62.

<sup>2)</sup> Ibidem, pag. 74.

<sup>3)</sup> Zur Kenntniss der Milzbrandbacterien, Deutsche Zeitschrift f. Thiermedicin und vergleichende Pathologie, I. Band, 4. Heft, pag. 253.

Granula in weissen Blutkörperchen wiedererkennen und darin dass man hin und wieder weisse Blutkörperchen antrifft, „deren Oberfläche morgensternähnlich mit feinen Spitzen besetzt ist, die sich von dickeren Protoplasmafortsätzen durch ihre Feinheit auf den ersten Blick unterscheiden und die man ihrem Anschein nach nicht anders als junge, kurze Milzbrandbacterien auffassen kann“, eine „ganz wesentliche“ Unterstützung der Ansicht Bollinger's von der Entwicklung der Milzbrandstäbchen aus Bacterienkeimen gefunden haben. „Nie gelang es mir jedoch“ heisst es auf der folgenden Seite, „derartige amoeboiden Zellen zu finden, auf denen eine Weiterentwicklung zu Stäbchen zu bemerken gewesen wäre“. Nach Grimm entstehen die Milzbrandstäbchen durch Urzeugung aus dem Protoplasma weisser Blutkörperchen. <sup>1)</sup>

Nur in wenigen Fällen fand ich im Blute jener Thiere, die an Milzbrand zu Grunde gegangen waren, keine stäbchenförmigen Körper. In diesen Fällen konnte ich mich aber auch von dem Vorhandensein der beschriebenen Bacterienkeime nicht überzeugen. Cultarversuche mit solchem Blut angestellt, ergaben ein negatives Resultat. Weder in kalt oder warm angesetzten Blutproben, noch in der Leiche des Thieres kam es im Verlaufe der ersten 8 bis 10 Tage zur Entwicklung von Milzbrandbacterien. Ebenso ging es mir mit bacterienfreiem Blute, welches milzbrandkranken Thieren, die längere oder kürzere Zeit vor dem bevorstehenden Ende getötet wurden, entnommen war. In Cadavern von Hunden, welche auf verschiedene Weise getötet worden waren, und unseirt liegen blieben, fand Billroth<sup>2)</sup> je nach der Jahreszeit, in welcher diese Versuche angestellt wurden, früher oder später (vom 3. bis zum 15. Tage) grosse Bacterien und Bacterienketten, welche mit den Milzbrandbacterien einige Ähnlichkeit besitzen. Sie waren unmittelbar aus der Leiche ge-

<sup>1)</sup> Zur Naturgeschichte der Vibrionen, Max Schultze's Arch. VIII, pag. 514. Grimm beschreibt den ganzen Vorgang ausführlich pag. 525 ff. Wer sich die Mühe nehmen will, den in dieser Schilderung entwickelten Gedankengang zu verfolgen, wird es begreiflich finden, dass ich mich auf die Auseinandersetzungen des Verfassers nicht weiter einlasse.

<sup>2)</sup> L. c. pag. 63.

nommen immer ruhend, nahmen aber nach Wasserzusatz bald Bewegung an. Da die Milzbrandbacterien oft erst *post mortem* entstehen sollen und man unter Umständen an eine Verwechslung mit diesen Fäulnissbacterien denken konnte, wiederholte ich die von Billroth angestellten Versuche, und untersuchte in gleichen Zeitintervallen das Blut getöteter, vorher gesunder Thiere parallel mit dem obenerwähnten bacterienfreien milzbrandigen Blute. Jene Fäulnissbacterien traten immer ungefähr zur selben Zeit in den Cadavern der gesund gewesenen und der an Milzbrand verendeten Thiere auf, immer aber so spät (nie vor dem 8. Tage; die Versuche wurden in der kalten Jahreszeit ange stellt), dass der Verdacht einer Verwechslung der Milzbrandbacterien mit Fäulnissorganismen ausgeschlossen werden musste.

---

Durch die Untersuchungen von Nassiloff<sup>1)</sup> und Eberth<sup>2)</sup> wurde zuerst die interessante Thatsache sichergestellt, dass nach Impfung der lebenden Kaninchenhornhaut mit pilzhaltigen Substanzen, die in das Gewebe derselben transplantirten Organismen sich daselbst vermehren und zu reichlichen Vegetationen entfalten. Den ersten Publicationen dieser Autoren folgten bald eine Reihe von Abhandlungen von Leber<sup>3)</sup>, Stromeyer<sup>4)</sup>, Dolschenkow<sup>5)</sup>, Orth<sup>6)</sup> und Anderen, welche ihre Angaben bestätigten und erweiterten. Vor zwei Jahren veröffentlichte ich die Resultate zahlreicher und ausgedehnter Experimente über diesen Gegenstand (Experimentelle Studien über die Verbreitung der Fäulnissorganismen in den Geweben und die durch Impfung der Cornea mit pilzhaltigen Flüssigkeiten hervorgerufenen Entzündungerscheinungen, Erlangen 1874) und verweise jetzt, um

<sup>1)</sup> Über die Diphtheritis. Virch. Arch. B. L.

<sup>2)</sup> Zur Kenntniß der bacteritischen Mykosen. Leipzig 1872.

<sup>3)</sup> Über Entzündung der Hornhaut durch septische Infection, Ctrlbl. f. d. med. Wissensch., 1873, Nr. 9.

<sup>4)</sup> Über die Ursachen der Hypopyonkeratitis, Graefe's Arch. f. Ophthalmol. B. XIX.

<sup>5)</sup> Impfung faulender Substanzen auf Kaninchenhornhaut. Ctrlbl. f. d. med. Wissensch., 1873, Nr. 42 und 43.

<sup>6)</sup> Untersuchungen über Puerperalfieber, Virch. Arch., B. LVIII.

Wiederholungen zu vermeiden, namentlich was die Verbreitungswege der Fäulnissorganismen in der Cornea betrifft, auf die citirte Schrift.

Die Impfungen mit Milzbrandblut wurden in der folgenden Weise vorgenommen: Um über die Infectionsfähigkeit des Impfmaterials sicher zu sein, impste ich immer gleichzeitig mit dem Originalblute, (welches ich der Güte der Herren Regierungsrath Professor Röll, Director des k. k. Thierarzneiinstitutes in Wien und Professor Dr. Zahn, verdanke und denen ich hiermit für die liebenswürdige Bereitwilligkeit, mit der sie mich mit Materiale versorgten, meinen verbindlichsten Dank sage) gleichzeitig mehrere Kaninchen in die Cornea und andere subcutan. Nur wenn letztere an Impfmilzbrand zu Grunde gingen, wurden die Corneaimpfungen als vollkommen vorwurfsfrei betrachtet. Ausser Kaninchen, von welchen Milzbrand bis in die 5. Generation weiter verimpft werden konnte, wurden zu Versuchstieren noch benötigt ein Hammel, Hunde und Meerschweinchen. Auch von dem Blute der in der 2., 3. und 4. Generation an Milzbrand erkrankten Thiere wurden Parallelimpfungen auf die Cornea gemacht. Eine kurze Zusammenstellung der einzelnen Impfungen gebe ich am Schlusse.

Nach Verletzung der Kaninchenhornhaut durch leichte oberflächliche Stiche mit einer in bacterienhaltiges frisches Milzbrandblut getauchten feinen Nadel entwickelten sich in allen Fällen 4—10 Stunden nach der Impfung die bekannten spieß- und sternförmigen Pilzfiguren. Dass diese Figuren mit Pilzen erfüllte und durch diese erweiterte interfibrilläre Spalträume der Cornea darstellen, habe ich an anderer Stelle (l. e. pag. 23) ausführlich auseinandergesetzt.<sup>1)</sup> Nach Impfung mit bacterienhaltigem Milzbrandblut erscheinen diese Räume in der Cornea durchwegs

<sup>1)</sup> Eberth erklärte sie zuerst (Bacterit. Mykosen, pag. 8) für erweiterte mit Pilzen dicht erfüllte Saftcanäle. Später sagt er, ohne auf diese Erklärung mehr Rücksicht zu nehmen, die Pilzmassen liegen in den interfibrillären und interlamellären Spalten und dringen nur selten in die Saftcanäle und fügt die von mir (l. e. pag. 25) erwähnte, übrigens ganz richtige Bemerkung hinzu, dass mit Pilzen erfüllte Saftcanäle der Hornhaut ein ganz anderes Bild darbieten. (Untersuchungen aus dem path. Institute zu Zürich, II. Heft, pag. 29.)

nur von stabförmigen Elementen erfüllt. Man findet die charakteristischen Formen der Milzbrandstäbchen sowohl einzeln im Gewebe der Cornea als auch in Reihen und grösseren Massen. Durch diesen Befund unterscheiden sich die Vegetationen der Milzbrandbakterien in der Hornhaut von allen andern in derselben künstlich erzeugten Pilzwucherungen. Weder mir, noch Anderen ist es bis jetzt gelungen, durch Impfung der Cornea mit putriden Substanzen, welche exquisite stäbchenförmige Organismen enthielten, in dem Gewebe derselben eine Vermehrung und Ausbreitung der Stabformen (Bacterien) zu erzielen.<sup>1)</sup> Selbst wenn das Impfmateriale nur Bacterien und gar keinen Coecus enthielt, waren die Pilzfiguren doch immer ganz oder in weit überwiegender Masse von Kugelformen gebildet.<sup>2)</sup>

Die Vegetationen der Milzbrandstäbchen in der Cornea finden sich oft schon kurze Zeit nach der Impfung in einer enormen Ausdehnung. Oft sind alle Schichten der Cornea mit dichtgedrängten spiesförmigen Bacterienmassen durchsetzt. Fig. 2 zeigt einen Theil einer solchen Cornea bei 70facher Vergrösserung gezeichnet. Von einem einzigen Impfstiche aus, in

<sup>1)</sup> Nur Dolschenkow kam zu gerade entgegengesetzten Resultaten. Er beschreibt die Pilzfiguren hauptsächlich aus stäbchenförmigent Organismen gebildet und fand nach Impfung der Hornhaut mit reinem Coecus in den Spalträumen der Cornea auch Bacterien, woraus er schliesst, dass letztere aus ersten sich entwickeln können. Es ist ziemlich wahrscheinlich, dass Dolschenkow's Angaben auf einem Irrthum beruhen. Da der vorläufigen Mittheilung (l. e.) seitdem, soviel mir bekannt, keine ausführlichere Publication gefolgt ist, kann ich es nicht wagen, auf diese Sache hier näher einzugehen.

<sup>2)</sup> Man findet in geimpften Hornhäuten zuweilen, namentlich in den ersten Stunden nach der Impfung, kleine Inseln, welche von Bacterien gebildet sind. Diese seltene Erscheinung beobachtet man leichter zu einer Zeit, wo es noch nicht zur Entwicklung sog. Pilzfiguren gekommen ist. Später erscheint hie und da ein Ausläufer eines Pilzsterne aus Bacterien zusammengesetzt. Es ist immerhin denkbar, dass diese vereinzelten Bacteriengruppen abgestorbene oder wenigstens nicht weiterentwicklungs-fähige Stäbchen aus dem Impfmateriale sind, welche entweder an der Stelle wo sie durch die Impfnadel in der Cornea deponirt werden, liegen bleiben, oder durch die Vermehrung und Ausbreitung der Kugelformen vor sich hergeschoben wurden und nun einen Ausläufer irgend einer Pilzfigur darstellen.

welchem sich eine sternförmige Figur etabliert hatte, war nach 10 Stunden die ganze Cornea von spießförmigen Colonien von Bacterien durchsetzt. Bei Anwendung stärkerer Vergrösserungen kann man die spindelförmigen Körper leicht in die sie constituirenden stabförmigen Organismen auflösen. Die feineren Details der Vorgänge unterscheiden sich in keiner Weise von denjenigen wie ich sie bei der Verbreitung anderer Coccobacteriaformen in der Cornea beschrieben. Die eingepfosten Bacterien dringen von dem Impfstiche aus zunächst in die von der Verletzung betroffenen vorgebildeten Hohlräume (Safteanälehen) ein. So lange sie nur in den Safteanälehen liegen, bilden sie keine spießförmigen Figuren, sondern zartere (zuweilen nur von Einzelreihen von Stäbchen gebildete) oder gröbere Netze (Fig. 5 und 6). Von den Safteanälehen aus findet durch die rasche Vermehrung der Pilze und die bedeutende Volumszunahme ihrer Conglomerate eine Sprengung der Corneafibrillen statt. In den künstlich erzeugten interfibrillären Spalträumen lagern die Pilzmassen in den bekannten spindelförmigen und schlank elliptischen Formen. An den Spitzen der Spiesse sieht man die Bacterien in langen Reihen, alle mit der Längsaxe nach derselben Richtung gestellt, zwischen den Corneafibrillen vordringen<sup>1)</sup> (Fig. 4). Nicht selten wuchern die Stäbchen auch in Form zarter Zacken von den Längsseiten einer Spindel seitwärts in einer auf deren Längsaxe senkrechteten Richtung ins Gewebe (Fig. 3). Fig. 7 zeigt die Milzbrandstäbchen in dem Protoplasma von Hornhautkörperchen und ihre Weiterwanderung durch deren anastomosirende Fortsätze. Alle diese Vorgänge sind nach Impfung der Cornea mit Milzbrandblut ungemein deutlich, deutlicher als bei irgend einer anderen Mykose der Hornhaut, da man immer nur die leicht erkennbaren Stäbchen vor sich hat und nie mit Körnchen oder Kügelchen, über deren Pilznatur man oft auch nach Anwendung der üblichen

1) Diese Bilder machen den Eindruck, als ob diese scheinbare Wanderung der Stäbchen in langen Reihen dadurch zu Stande käme, dass sich die Bacterien durch Quertheilung vermehren und die einzelnen Theilstücke rasch in die Länge wachsen, ein Vorgang, der für die Vermehrung von Bacterien in faulen Aufgüssen von Billroth constatirt wurde.

Reagentien nichts Bestimmtes aussagen kann, zu thun hat.) Es zeigte sich auch hier, dass die kleinen Organismen nach den Wegen des geringsten Widerstandes sich verbreiten und für manche Vorgänge über die ich nach den früheren Impfungen mich nur mit Mühe orientirt hatte und mit grösserer oder geringerer Wahrscheinlichkeit aussagen konnte, fand ich jetzt mit voller Sicherheit die Bestätigung.

Wiewohl die Bacterien des Milzbrandes in frischem Zustande Bewegungerscheinungen zeigen, konnte ich doch niemals an frisch ausgeschnittenen geimpften Hornhäuten Bewegungen an den Stäbchen im Gewebe constatiren. Ich glaube auch nicht, dass die selbständigen Bewegungen der Milzbrandbacterien bei der Verbreitung in der Cornea eine grosse Rolle spielen. Die Möglichkeit ist nicht ausgeschlossen, dass namentlich in den ersten Stunden nach der Impfung wenigstens in den präformirten Hohlräumen in der Cornea die Milzbrandbacterien selbständig wandern können. Der Hauptfactor für das Zustandekommen der Bacterienvegetationen in der Cornea aber ist jedenfalls der „Wachstumsdruck“: durch die rasche Vermehrung der Bacterien in der Cornea werden Continuitäts trennungen in dem Gewebe gesetzt, Räume geschaffen, in welchen die Vegetationen sich bis zu einer gewissen Grenze ungehindert entfalten können. Darum sind die Umrisse und Formen dieser Vegetationen auch immer abhängig von der Structur des Gewebes. Dass diese Annahme richtig ist, geht

---

<sup>t)</sup> Eberth erwähnt, (Bacterit. Mykos. pag. 24) dass sich nach Impfung der Kaninchencornea mit Milzbrandblut neben den Stabbacterien auch „kleine Punktbacterien“ fanden. In einem Falle fand er nur diese Vegetationsform in der Cornea. Das Blut, welches zu dieser Impfung diente, war bereits mehrere Tage alt. Da Eberth damals noch behauptete, dass Fäulnisspilze nicht im Stande seien in der Cornea zu vegetiren, so musste er die Möglichkeit einer Verwechslung mit Fäulnisspilzen ausschliessen und erklärte diese punktförmigen Organismen für eine „verkümmerte Varietät“ der Stabbacterien des Milzbrandes. Später (Untersuchungen etc. II. Heft, pag. 36) als sich Eberth von der Haftbarkeit der Fäulnissbacterien überzeugt hatte, gibt er wohl zu, dass diese kugeligen Formen Fäulnissorganismen gewesen sein könnten. Ich zweifle nicht daran, dass die Coccusformen in der Cornea wirklich von Fäulnisspilzen abstammten.

schon daraus hervor, dass dieselben Pilzfiguren, welche nach Impfung beweglicher Bacterien in der Cornea entstehen, auch nach Impfung des unbeweglichen Coecus zu Stande kommen. In neuester Zeit wurden von Nagel und Heimann<sup>1)</sup> und Ihlder<sup>2)</sup> Beobachtungen veröffentlicht, welche für die Existenz von Saftströmungen in der Hornhaut sprechen. Solche Strömungen würden jedenfalls an der Verbreitung der Organismen in der Hornhaut wesentlichen Antheil nehmen.

Die Milzbrandbacterien gehen bekanntlich bei der Fäulniss zu Grunde. Impft man Milzbrandblut, welches einige Tage stehen gelassen wurde, zu einer Zeit, wo die ersten Fäulnissorganismen auftreten, daneben aber noch unveränderte Milzbrandstäbchen erhalten sind, in die Kaninchencornea, so entstehen Pilzfiguren, welche zum Theil von Bacterien, zum Theil von Coecen gebildet sind. In einem späteren Stadium, wenn die Fäulniss in dem Milzbrandblute bereits die Oberhand gewonnen hat, sind durch Verimpfung auf die Cornea keine von Bacterien gebildeten Vegetationen mehr zu erzielen, auch wenn noch vereinzelte Milzbrandstäbchen unverändert in dem Blute vorhanden waren.

Frisches Milzbrandblut in die Cornea eines extirpierten frischen Kaninchenauges verimpft, erzeugte keine aus Milzbrandstäbchen gebildeten Pilzfiguren. Da Pilzfiguren nach Impfung der todteten Kaninchencornea mit Fäulnispilzen in derselben Weise wie in der lebenden Cornea entstehen, die eingeimpften Pilze und deren Vegetationen aber bald durch die Fäulniss des Gewebes der weiteren Beobachtung sich entziehen, so lag es nahe mit den leicht kenntlichen Milzbrandbacterien diese Versuche zu wiederholen. Das negative Resultat erklärt sich wohl daraus, dass, da Vegetationen der eingeimpften Pilze sich nur dann in der todteten Cornea entwickeln, wenn das Auge im Brütofen einer Temperatur von 38 bis 40° Celsius ausgesetzt wird,

<sup>1)</sup> Ein pathologisches Circulationsphänomen in der Hornhaut. Ctrlbl. f. d. med. Wissenschaft, 1876, Nr. 13.

<sup>2)</sup> Eine die Existenz von Safräumen in der Hornhaut des lebenden Frosches beweisende Beobachtung. Ctrlbltt. f. d. med. Wissensch., 1876, Nr. 24.

durch die bei dieser Temperatur rasch fortschreitende Fäulniss die Milzbrandstäbchen sehr früh zu Grunde gehen.

Wie oben beschrieben, gehen an den Milzbrandstäbchen nach Verlauf einiger Tage Veränderungen vor sich, welche ich nach der Analogie mit den Vorgängen an anderen Bacterien, als Sporenbildungen erklärte. Ich versuchte nun auch solche Sporen in die Kaninchencornea zu verimpfen, um zu sehen, ob auf diesem für die Vermehrung der frischen Milzbrandstäbchen so günstigen Boden, vielleicht eine Proliferation dieser Keime vor sich geht. Die Impfungen der sub 1 beschriebenen Art von Sporenbildung (pag. 10) ergaben durchwegs negative Resultate. Es kamen in der Cornea niemals Pilzfiguren, weder von Stäbchen noch von kugeligen Formen zu Stande. Die Impfungen blieben so reactionslos, als wären sie nur mit der reinen Nadel ausgeführt worden. Auch die Impfungen mit stäbchenfreiem Blut an Milzbrand verendeter Thiere, sowie mit eingetrocknetem stäbchenhaltigem Milzbrandblut blieben in allen Fällen erfolglos. Hingegen hatten die Impfungen mit Helobacterien und freien Dauersporen einen Erfolg. Ich benützte als Impfstoff zu diesen Versuchen die Milzpulpa jener oben (pag. 12) erwähnten Fälle, bei welchen in der Milz an Impfmilzbrand verendeter Thiere unmittelbar nach dem Tode sich nur Helobacterien und freie Dauersporen vorfanden. Es wurde durch leichtes Streichen mit einem reinen Messer über die frische Schnittfläche aus der Milz ein Tropfen Flüssigkeit ausgepresst. Dieser Tropfen wurde auf einem sorgfältigst gereinigten Objectträger unter Deckglas mit dem Mikroskope durchsucht und erst als ich mich überzeugt hatte, dass darin auch nicht ein unverändertes frisches Milzbrandstäbchen zu entdecken war, tauchte ich die vorher ausgeglühte Impfnadel, sie zwischen Deckglas und Objectträger vorschließend, in den Impfstoff. Nach 10—15 Stunden waren in den geimpften Hornhäuten dieselben Pilzfiguren entstanden, wie sie nach Impfungen mit frischem Milzbrandblut sich entwickeln. Sie waren aus den charakteristischen Bacterien zusammengesetzt. Hier und da, namentlich an den Spitzen der Pilzstrahlen, waren kleine Gruppen von den eingeimpften Dauersporen, die durch den starken Glanz und ihre gelbliche Färbung sich deutlich als solche kennzeichneten, neben und zwischen den Stäbchen nach-

zuweisen (Fig. 10). Alle in der beschriebenen Weise vorgenommenen Impfungen mit der Milzpulpa der beiden Thiere, die zu verschiedenen Zeiten mit verschiedenem Milzbrandblut inficirt wurden, hatten denselben Erfolg.

Aus diesen Versuchen ergibt sich, dass aus den Dauersporen der im Blute milzbrandkranker Thiere entstandenen Bakterien unter günstigen Bedingungen<sup>1)</sup> eine zweite Generation von Bakterien entstehen kann, welche sich in keiner Weise von den primären Milzbrandstäbchen unterscheiden. Dass die kleinen kugeligen Gebilde, welche im Milzbrandblute vor dem Auftreten der Stäbchen beobachtet wurden, und deren Entwicklung zu Milzbrandstäbchen Bollinger unter dem Deckglase verfolgen konnte, mit diesen Dauersporen identisch seien, ist nicht anzunehmen. Die primären Milzbrandkeime unterscheiden sich vor Allem, wie aus den Beschreibungen Bollinger's und Siedam-grotzky's hervorgeht, durch ihre ausserordentliche Kleinheit von den von mir beobachteten Dauersporen, welche in der überwiegenden Mehrzahl an Grösse die grössten Coccusformen übertreffen. Die Vorgänge der Bildung von Dauersporen und der Entwicklung von Bakterien aus diesen stimmen mit den Entwicklungsvorgängen, wie sie bei anderen Bakterienformen beobachtet wurden, vollkommen überein.

Billroth schildert in der zusammenhängenden Entwicklungsgeschichte der Coccobacteria<sup>2)</sup> das endliche Schicksal der Bakterien und Bakterienketten in folgender Weise:

„1. Das Plasma tritt aus der Hülle in Form eines sterilen Schleims aus; die leere Hülle bleibt.“ Diese Metamorphose der Bakterien konnte ich an den Milzbrandstäbchen nicht verfolgen, doch zweifle ich keinen Augenblick daran, dass ihr unter Umständen auch die Stäbchen des Milzbrandblutes unterliegen.

„2. Das Plasma wird nach verschiedenen Richtungen durchfurcht, während die Hülle bleibt; die Durchfurchung führt zur Bildung von blassen Kugelchen (*Micrococcus*); diese ver-

<sup>1)</sup> Impfungen unter die Haut oder directe Übertragungen dieser Dauersporen ins Blut, hatten niemals eine Infection an Milzbrand zur Folge. Niemals entwickelten sich im Blute Bakterien.

<sup>2)</sup> L. c. pag. 32, 33.

mehren sich in der Hülle immer weiter; es entstehen wachsende rundlich geformte, palmelloid verästelte und cylindrische Schläuche voller Micrococcus (Ascococcus). Dieser Micrococcus tritt entweder in Folge der Auflösung oder Berstung der Hülle aus; was aus ihm wird muss ich unbestimmt lassen; ob er sich wieder zu Bacterien zu entwickeln vermag, oder nur als Micrococcus weiter wuchert, vermochte ich nicht zu eruiren; letzteres erscheint mir das Wahrscheinlichere". Diesen (pag. 10) sub. 1 beschriebenen Vorgang konnte ich an den Bacterien des Milzbrandes constatiren. Es kam zu keinen grösseren Ascococcus formen, namentlich konnte ich keine verästelten Schläuche finden und bei Verimpfung auf die Cornea zeigten sich die Kugelchen nicht weiter vegetationsfähig.

"3. Das Plasma einer Bacterie zieht sich zusammen zu einem oder mehreren dunkel contourirten, fettglänzenden Kugelchen, dies sind die Dauersporen, von welchen wir ausgehen und welche nach einiger Zeit der Ruhe unter geeigneten Verhältnissen in der anfangs erwähnten Weise wieder zur Keimung kommen". Diese Metamorphose entspricht dem oben (pag. 11) sub 2 beschriebenen Vorgang.

In welcher Weise nun in der Cornea aus den Dauersporen der Milzbrandbacterien sich die Stäbchen entwickeln, konnte ich nicht sicherstellen. Ob von ihnen Bacterien direct ausgetrieben werden oder aus ihnen zuerst Coccus hervorgeht, welcher später zu Bacterien auswächst (Billroth), muss vorläufig dahingestellt bleiben. Auch die Art, wie die Milzbrandstäbchen in der Cornea sich vermehren, konnte ich nicht ermitteln. Doch spricht Alles für die Annahme, dass diese Vermehrung wie bei anderen Bacterien durch Quertheilung vor sich geht.

So sehr sich die Stäbchen des Milzbrandblutes von Fäulnissbacterien in ihrer äusseren Erscheinung unterscheiden, so scheint aus ihren Entwicklungsphasen doch hervorzugehen, dass sie keine von anderen Formen der Coccobacteria wesentlich verschiedene Art repräsentiren. Eine Sonderstellung nehmen sie bis nun in Betreff ihrer Vegetation in der Cornea ein, insoweit sie daselbst ihre Stabform beibehalten und nicht in Kugelformen zerfallen, was gewiss der Fall wäre, wenn sie wie Bollinger meint, aus kugeligen Gliedern zusammengesetzt wären.

Die Entzündung der Hornhaut, welche den Impfungen mit Milzbrandstäbchen folgt, ist in den meisten Fällen eine ziemlich heftige. Schon zu Ende des zweiten Tages erscheint die ganze Cornea getrübt, die Lider sind sehr stark geschwollt, die Conjunetiva secernirt reichlich, meist findet sich Hypopyon, zuweilen eine beträchtliche Iritis. Am dritten Tage haben die entzündlichen Erscheinungen meist ihren Höhepunkt erreicht. Das Aussehen des Auges bleibt nun entweder einige Tage stationär oder es beginnt schon vom 4. Tage an der entzündliche Process abzunehmen. Zunächst hört die reichliche Secretion auf, die Lider schwollen ab, die Trübung der Cornea geht zurück, das Hypopyon wird resorbirt. Vom 6. bis 8. Tage angefangen findet man einen Kranz von neugebildeten Gefässen vom Rande der Cornea gegen das Centrum derselben vorschreiten. Die Aufhellung der Cornea nimmt nun stetig zu, die Gefässer verschwinden wieder, am längsten bleiben die Impfstiche als weisse Flecke in der Cornea sichtbar. In manchen Fällen endet der Process nicht mit Aufhellung der Cornea; es kommt zu Hornhauteetasien, die Cornea bleibt opak, in anderen Fällen wieder entstehen nur kleine Geschwürchen in den Impfstichen, während die übrige Cornea an der Entzündung nur wenig participirt.<sup>1)</sup>

Die mikroskopische Untersuchung geimpfter Hornhäute zeigt zunächst um die Pilzfiguren eine schmälere oder breitere Zone von Hornhautkörperchen, welche geschrumpft und vacuolenhaltig sind. Zuweilen ist diese Zone sehr breit und man bekommt den Eindruck, als seien die Hornhautkörperchen durch irgend einen chemischen Einfluss auf grosse Strecken zerstört. Diese geschrumpften Hornhautkörperchen sind schon 2 Stunden nach der Impfung zu sehen. 2 oder 3 Stunden später findet man die an die Schrumpfungszone grenzenden Hornhautkörperchen in Proliferation. Ehe noch eine Spur von Einwanderung vom

<sup>1)</sup> Eberth erklärt die entzündlichen Erscheinungen in der Hornhaut nach Übertragung von Milzbrandbakterien für höchst unbedeutend. Bis zum 5. Tage soll außer einer „bläulichen Trübung, die hauptsächlich auf Rechnung der Pilzvegetation und zum kleinsten Theile auf die der Eiterkörperchen kam“, kaum etwas Anderes nachweisbar gewesen sein. (Bacter. Mykos., pag. 23. Untersuch. etc., II. H., pag. 36.)

Rande her zu entdecken ist, findet man um die sich allmälig verlängernden Pilzstrahlen die bekannten Theilungsbilder der Hornhautzellen. In den späteren Stadien der Entzündung betheiligen sich Hornhautkörperchen und Wanderzellen in gleicher Weise an den Vorgängen. Eine nähere Detaillirung der Entzündungerscheinungen muss ich einer späteren Mittheilung vorbehalten, da ich wegen Mangels an Material an der Fortsetzung des Studiums der Entzündung verhindert wurde. Ob die Entzündungerscheinungen nach Übertragung der Milzbrandbacterien nur auf Rechnung der mechanischen Wirkung ihrer Vegetationen zu setzen seien, oder ob irgend welche chemische Vorgänge mit im Spiele sind, kann ich bis jetzt nicht entscheiden.

Niemals entstand bei den geimpften Thieren von der Cornea aus eine Allgemeininfektion an Milzbrand; kein Thier ging an den Folgen der Corneaimpfung zu Grunde; niemals waren vom Beginne des Proesses bis zu dessen Heilung Baeterien im Blute nachzuweisen.<sup>1)</sup> Dass dieser Befund nicht als Gegenbeweis gegen die Ansicht, dass die Stäbchen die Träger des Milzbrandgiftes seien, aufzufassen ist, geht wohl schon daraus hervor, dass nach den Untersuchungen Bollinger's die parasitäre Natur des Milzbrandgiftes sich nur durch eine direete Einwirkung auf das Blut erklären liesse, für die Aufnahme der Stäbchen ins Blut aber die Verhältnisse, wie sie bei den Vegetationen in der Cornea statt haben, von vornherein sehr ungünstige sind. „Der Hauptbeweis, sagt Bollinger,<sup>2)</sup> dass wirklich die Baeterien das Milzbrandgift darstellen, liegt, abgesehen von allen experimentellen und pathologisch-anatomischen Thatsachen, wesentlich darin, dass sich die klinischen und pathologisch-anatomischen Erscheinungen beim Anthrax der Haustiere, namentlich die apoplectiformen und acuten

<sup>1)</sup> Um zu untersuchen, ob nicht etwa bei Thieren, welche spontan an Milzbrand erkranken, von der Cornea aus eine Allgemeininfektion zu Stande kommt, wurden Corneaimpfungen auch an einem Hammel vorgenommen. Es entstanden in der Hornhaut dieselben Vegetationen wie bei Kaninchen, aber das Thier blieb gesund.

<sup>2)</sup> Zur Pathol. d. Milzbrandes, pag. 154.

Formen aus den physiologischen Eigenschaften und Wirkungen der Anthraxbacterien erklären lassen. Die Wirkung der Anthraxbacterien im lebenden Thierkörper ist wesentlich die, dass diese Gebilde vermöge ihrer enormen chemischen Affinität zum Sauerstoff denselben mit grosser Begierde und in grossen Mengen absorbiren, indem sie ihn den rothen Blutkörperchen entziehen. Entsprechend dieser Wirkung, welche bei der ungeheuren Zahl der Bacterien im Blute bald Sauerstoffmangel und Kohlensäureüberladung zur Folge hat, lassen sich am lebenden milzbrandkranken Thiere alle Erscheinungen des *O*-Mangels und der  $CO_2$ -Überladung des Blutes, wie bei jeder  $CO_2$ -Vergiftung beobachten“.

---

Das Ergebniss der mitgetheilten Untersuchungen lässt sich in folgender Weise kurz zusammenfassen:

Die Milzbrandstäbchen sind keine cylindrischen, sondern platte, bandförmige Gebilde, an denen keine Einschnürungen, wohl aber deutliche Gliederungen zu beobachten sind. Die längeren Formen sind aus Diplobacterien, deren Elemente normaler Weise einzeln nicht vorkommen, zusammengesetzt. Kettenformen erscheinen aus zwei- oder viergliedrigen Stäbchen gebildet. Selten sind Stäbchen und Ketten, welche aus einer ungeraden Anzahl von Einzelgliedern zusammengesetzt sind. Die Milzbrandstäbchen sind selbständiger Bewegung fähig. Sie zeigen schon im frischen Zustande, unmittelbar nach dem Tode des milzbrandigen Thieres Bewegungsercheinungen. Die Bewegungen sind langsam und unterscheiden sich von den Bewegungen der Fäulmissbacterien. Die Ansicht, dass die Milzbrandstäbchen aus kugeligen Formen zusammengesetzt seien und in solche direkt zerfallen, erscheint unhaltbar.

Die Milzbrandbacterien sind einer zweifachen Metamorphose fähig: 1. Sie verwandeln sich in Aseococcusschlüche, der Coecus entleert sich aus der Hülle und entwickelt sich nicht weiter. 2. In den Bacterien bilden sich Dauersporen, aus welchen unter geeigneten Verhältnissen wieder Bacterien hervorgehen können, die sich von der ersten Generation in Nichts unterscheiden.

In dem Blute an Milzbrand verendeter Thiere, welches unmittelbar nach dem Tode keine Stäbchen enthält, kommen auch keine mehr zur Entwicklung.

Die Vegetationen der Milzbrandbacterien in der geimpften lebenden Cornea unterscheiden sich von allen anderen Mykosen der Cornea wesentlich dadurch, dass sie durchwegs aus den charakteristischen Stäbchenformen gebildet sind. Dieser Umstand spricht dafür, dass die Milzbrandstäbchen, wiewohl sie nach ihren Entwicklungsvorgängen den anderen Formen der *Coccobacteria septica* nahe anzureihen sind, doch als dem Milzbrand eigenthümliche pathogene Organismen aufzufassen sind. In dünnen Schichten an offener Luft eingetrocknetes stäbchenhaltiges Milzbrandblut erzeugte weder in trockenem Zustande noch nach kürzerer oder längerer Zeit mit Wasser infundirt, nach Verimpfung in die Cornea, weder eine Mykose noch Entzündung. Ebenso blieben die Impfungen mit stäbchenfreiem Blut an Milzbrand verendeter Thiere erfolglos.

Die aus den Ascococcusschlüpfen entleerten Kugelchen sind nach Verimpfung in die Cornea keiner Vermehrung und Vegetation fähig. Aus Dauersporen, welche in die Cornea gebracht werden, entwickeln sich dieselben Vegetationen von Bacterien, wie sie nach Impfung mit frischen Milzbrandstäbchen zu Stande kommen. Bringt man diese Dauersporen unter die Haut oder direct ins Blut, so gehen sie bald zu Grunde, ohne irgend welche krankhaften Erscheinungen hervorzurufen. Die Entzündung, welche sich nach Entstehung der Bacterienvegetationen in der Cornea entwickelt, unterscheidet sich nicht wesentlich von den Entzündungsformen wie sie durch andere Corneamykosen hervorgerufen werden. Es spricht nichts gegen die Annahme, dass der Reiz, welchen die Milzbrandstäbchen in der Cornea erregen, ein rein mechanischer ist.

Wiewohl die Vegetationen der Milzbrandstäbchen in der Cornea massenhaft auftreten, geht doch kein Thier an Impf-milzbrand zu Grunde. Die Allgemeinerscheinungen sind ausserordentlich gering. Dieser Befund ist nicht gegen die Ansicht, dass die Milzbrandstäbchen die Träger des Milzbrandgiftes seien, zu verwerten, da nach unserem jetzigen Wissen, sich die krankhaften Erscheinungen, welche bei Milzbrand vor-

kommen, nur durch das Vorhandensein der Stäbchen im Blute erklären lassen, eine Aufnahme ins Blut aber von der Cornea aus nicht stattfindet.

Ieh erfülle eine angenehme Pflicht, indem ich Herrn Hof-rath Billroth, dem ich nicht nur die erste Anregung zu vor-stehender Arbeit, sondern auch die Möglichkeit zu deren Durch-führung verdanke, indem er mir Arbeitsräume und Ma-terial zur Verfügung stellte, für das Interesse, welches er meinen Versuchen zuwendete, an dieser Stelle meinen er-gebensten Dank ausspreche.

---

Nach Abschluss dieser Arbeit wurde mir die neueste Publication Bollinger's (Über die Bedeutung der Milzbrand-bakterien, Sep.-Abdr. aus d. Deutsch. Zeitschr. f. Thiermedicin und vergleich. Pathologie, Band II, 1876) bekannt, in welcher Bollinger selbst auf die Unvollkommenheit seiner Abbildun-gen hinweist, und die hauptsächlich auf das Ausschen ge-trockneter Präparate gestützte Ansicht, dass die Milzbrand-stäbchen als eine Torulaform der Kugelbacterien aufzufassen seien, gegenüber den Ausführungen F. Cohn's fallen lässt.

---

#### A N H A N G.

---

#### Zusammenstellung der Impfungen mit stäbchenhaltigem Milz-brandblut.

I. Blut von einem an Milzbrand gefallenen Pferde; enthält zahlreiche Stäbchen und Kettenformen. Mit diesem Blute wurden folgende Impfungen vorgenommen:

1. Hammel. Mehrere Impfstiche in beide Corneae. Ent-wicklung von Sternfiguren. Rechtes Auge excidirt. Am

linken Auge die Keratitis am 8. Tage in Aufhellung begriffen. Keine Störung des Allgemeinbefindens. Niemals Stäbchen im Blute.

2. Kaninchen. Beide Corneae geimpft. Beiderseits Hypopyonkeratitis nach der Etablierung der Pilzfiguren. Keine allgemeine Störung. Im Blute niemals Bakterien. Beiderseits Heilung mit Aufhellung;
3. Kaninchen; subcutan 3 Tropfen Milzbrandblut. Tod nach 20 Stunden an Impfmilzbrand. Im Blute zahlreiche Bakterien.
4. Kaninchen. Beide Hornhäute geimpft. Pilzfiguren. Ganz leichte Entzündungsscheinungen. Heilung. Im Blute niemals Stäbchen zu finden.
5. Kaninchen. Impfung beider Corneae. Deutliche Pilzfiguren. Rechtes Auge nach 7 Stunden, linkes nach 8 Stunden excidirt.
6. Hund. Beide Corneae geimpft. Diffuse Trübung. Aufhellung nach 8 Tagen. Keine Allgemeinerscheinungen. Im Blute nichts.

**H.** Blut einer an Milzbrand gefallenen Kuh. Zahlreiche Bakterien. Mit diesem Blute wurden geimpft:

1. Hammel. Subcutan 5 Tropfen. Tod nach 60 Stunden an Impfmilzbrand. Im Blute, in der Milz, in dem Oedemserum der Haut aus der Umgebung der Impfstelle zahlreiche Stäbchen.
2. Kaninchen. Beide Corneae. Befund wie bei I, 2.
3. Kaninchen. Beide Corneae. Erfolg wie bei dem Vorigen.
4. Kaninchen. Beide Corneae. Befund wie bei I, 4.
5. Kaninchen. 5 Tropfen subcutan und beide Corneae mit mehreren Stichen infiziert. Tod nach 22 Stunden an Impfmilzbrand. Im Blute keine Stäbchen.
6. Kaninchen. 5 Tropfen subcutan. Tod nach 17 Stunden an Impfmilzbrand. Im Blute zahlreiche Stäbchen.
7. Kaninchen. Beide Corneae, Pilzfiguren. Das Thier nach 10 Stunden getötet.

8. Kaninchen. Beide Hornhäute geimpft. Pilzfiguren. Nach 6 Stunden getötet.
  9. Kaninchen. Subcutan 10 Tropfen. Beide Corneae geimpft. Tod nach 15 Stunden an Impfmilzbrand. In beiden Augen Pilzfiguren. Im Blute zahlreiche Stäbchen.
  10. Kaninchen. Subcutan 4 Tropfen. Beide Corneae geimpft. Tod nach 14 Stunden an Impfmilzbrand. In beiden Augen Pilzfiguren. Im Blute keine Stäbchen.
  11. Hund. Beide Corneae geimpft. Centraler Defect mit geringer peripherer Trübung. Heilung nach Aussöhung der Vegetationen.
- III. Mit dem Blute von dem Kaninchen II, 5, in welchem keine Bacterien zu finden waren, wurden 3 Kaninchen subcutan und 3 Kaninchen in beide Corneae ohne Erfolg geimpft.
- IV. Dasselbe Resultat ergaben die mit dem Blute des Thieres II, 10 angestellten Impfungen.
- V. Mit dem Blute des Hammels (II, 1) wurden geimpft:
1. Kaninchen. Subcutan 3 Tropfen. Tod nach 17 Stunden. Im Blute zahlreiche Bacterien.
  2. Kaninchen, wie das Vorige. Tod nach 22 Stunden.
  3. Kaninchen. In beide Corneae geimpft. Befund wie bei I, 2.
  4. Kaninchen. Impfung in beide Hornhäute, wie das Vorige.
  5. Kaninchen. Impfung in beide Corneae, wie II, 7.
  6. Kaninchen. Impfung beider Hornhäute, wie II, 8.
- VI. Mit der Milzpulpa des Hammels wurden geimpft:
1. Kaninchen. Subcutan 3 Tropfen einer Verdünnung des Milzbreies mit Wasser (1 : 20) Tod nach 24 Stunden an Impfmilzbrand. Im Blute zahlreiche Stäbchen, in der Umgebung der Impfstelle spärliche, in der Milz nur Helobaeterien und Dauersporen.
  2. Kaninchen. Impfung beider Corneae, wie I, 2.
  3. Kaninchen, wie das Vorige.

4. Kaninchen, wie II, 8.

5. Kaninchen, wie II, 7.

6. Kaninchen. Beide Corneae geimpft. Nach 2 Stunden getötet.

VII. Mit dem Oedemserum aus der Haut des Hammels wurden geimpft:

1. Kaninchen. Beide Corneae Hypopyonkeratitis. Nach 20 Stunden getötet.

2. Kaninchen. Beide Corneae geimpft, am 3. Tage getötet.

3. Kaninchen. Subcutan 3 Tropfen. Tod an Impfmilzbrand nach 27 Stunden. Im Blute viele Stäbchen.

4. Kaninchen. Beide Hornhäute geimpft, nach 3 Stunden getötet.

VIII. Mit dem Blute des Kaninchens V, 1 wurden geimpft:

1. Kaninchen. Beide Corneae. Erfolg wie I, 2

2. Kaninchen. Beide Corneae. Pilzfiguren, nach 7 Stunden getötet.

3. Kaninchen. Beide Corneae. Verlauf wie VI, 6.

4. Meerschweinchen. Subcutan 3 Tropfen. Tod nach 12 Stunden. Im Blute zahlreiche Bacterien.

5. Meerschweinchen, wie das Vorige. Tod nach 19 Stunden. Befund wie bei VIII, 4.

6. Hund. Subcutan 5 Tropfen. Tod nach 48 Stunden an zweifellosem Milzbrand. Im Blute keine Stäbchen.

IX. Mit dem Blute des Thieres VIII, 4 wurden geimpft:

1. Kaninchen. Subcutan 3 Tropfen. Tod nach 49 Stunden an Impfmilzbrand. Im Blute viele Stäbchen.

2. Kaninchen. Beide Corneae. Pilzfiguren, getötet nach 4 Stunden.

X. Mit dem Blute des Thieres IX, 1 wurden geimpft:

1. Kaninchen. Beide Corneae. Verlauf wie bei I, 2.

2. Kaninchen. Beide Corneae. Verlauf wie bei I, 4.

XI. Mit dem Blute des Thieres VIII, 6 wurden 3 Kaninchen subcutan und ebensoviele in beide Corneae ohne Erfolg geimpft.

XII. Mit den Dauersporen aus der Milz des Thieres VI, 1 wurden geimpft:

1. Kaninchen. Beide Corneae. Pilzfiguren, getötet nach 7 Stunden.
2. Kaninchen. Beide Hornhäute, getötet nach 10 Stunden.
3. Kaninchen. Beide Hornhäute, Verlauf wie I, 2.
4. Kaninchen. Beide Corneae geimpft, getötet nach 14 Stunden.
5. Kaninchen. 5 Tropfen eines Infusums subcutan. Ohne Erfolg.
6. Kaninchen; wie das Vorige.
7. Kaninchen. 5 Tropfen desselben Infusums in die Vena jugularis. Keine Störung. Im Blute nichts nachzuweisen.
8. Kaninchen; wie das Vorige.

XIII. Blut eines an Milzbrand verendeten Pferdes mit zahlreichen Stäbchen. Damit wurden geimpft:

1. Kaninchen. Beide Corneae, wie I, 2.
2. Kaninchen, wie II, 7.
3. Kaninchen. Beide Corneae; nach 3 Stunden getötet.
4. Kaninchen. Subcutan 3 Tropfen. Tod an Impfmilzbrand nach 25 Stunden. Im Blute wenige Stäbchen; in der Umgebung der Impfstelle zahlreiche Bacterien in der Milz nur Helobaeterien und freie Dauersporen.
5. Hund. Subcutan 6 Tropfen. Tod nach 48 Stunden.
6. Hund. Subcutan 10 Tropfen. Tod nach 48 Stunden.
7. Meerschweinchen. Subcutan 5 Tropfen, Tod nach 18 Stunden. Im Blute zahlreiche Bacterien.

XIV. Mit den Dauersporen aus der Milz des Thieres XIII, 4 wurden geimpft:

1. Kaninchen; wie XII, 1.
2. Kaninchen; wie XII, 2.
3. Kaninchen; wie I, 3.
4. Kaninchen; wie XII, 5.
5. Kaninchen; wie das Vorige.
6. Meerschweinchen; wie XII, 7.
7. Kaninchen; wie das Vorige.

## Erklärung der Tafeln.

---

Fig. 1. Formen der Milzbrandbakterien.

- a) Aus dem Blute eines an Milzbrand gefallenen Hammels; unmittelbar nach dem Tode
  - $\alpha$  vier- und zweigliedrige Stäbchen und Vereinigung dieser zu Kettenformen.
  - $\beta$  Stäbchen von der Kante geschen.
  - $\gamma$  Drehungen der Stäbchen, aus welchen die Verschiedenheit des Breiten- und Dickendurchmessers ersichtlich ist.
- b) Aus dem Blute desselben Thieres 4 Tage *post mortem*. Zusammenballung des Plasma's der Bacterien zu Körnchen.
- c) Aus demselben Blute 24 Stunden später :
  - $\alpha$  leere Hüllen gefaltet.
  - $\beta$  Gruppe von leeren Hüllen.
  - $\gamma$  Coccoushäufchen.
- d) Aus der Milz eines an Impfmilzbrand gestorbenen Kaninchens. Bildung von Dauersporen an den Enden der Stäbchen und freie Dauersporen. Frisch, unmittelbar nach dem Tode des Thieres.  
Vergr. Hartnack, Obj. 15 à imm. oc. 3. Fig. 1  $\alpha\gamma$  obj. 15, oc. 6.

Fig. 2. Aus einer mit Milzbrandblut geimpften Kaninchencornea, 10 Stunden nach der Impfung. Lebhafte Proliferation der Bacterien in den interfibrillären Spalten. Dem lebenden Thiere excidierte Hornhaut, frisch in humor aqueus.

Vergr. Hartnack Obj. 4, oc. 3.

Fig. 3. Vegetation der Milzbrandbakterien in der lebenden Cornea. Ausbreitung der Bacterien nach verschiedenen Richtungen von einem mit denselben erfüllten Spaltraum. Aus einer mit Milzbrandblut geimpften Hornhaut, 10 Stunden nach der Impfung. Frisch in humor aqueus. Vergr. Hartnack, Obj. 8, oc. 3.

Fig. 4. Aus einer Kaninchencornea 7 Stunden nach der Impfung mit Milzbrandblut. Reihenweises Vordringen der nach der Längsaxe gestellten Bacterien in den Spalträumen der Cornea. Frisch in humor aqueus. Vergr. Hartnack, Obj. 7, oc. 3.

Fig. 5. Kaninchencornea 8 Stunden nach der Impfung mit Milzbrandblut dem lebenden Thiere excidirt. Netz von einfach aneinander gereichten Bacterien gebildet, frisch in humor aqueus. Vergr. Hartnack, Obj. 7, oc. 3.

Fig. 6. Kaninchencornea 8 Stunden nach der Impfung mit Milzbrandblut. Netzwerk von Bakterien in Saftcanälchen. Vergr. Hartnack, Obj. 7, oe. 3.

Fig. 7. Aus einer Kaninchencornea 10 Stunden nach der Impfung. Bakterien in dem Protoplasma der Hornhautkörperchen und deren Fortsätzen, Schnitt. Färbung mit Goldechlorid. Vergr. Hartnack, Obj. 10, à imm. oe. 3.

Fig. 8. Kaninchencornea 22 Stunden nach Impfung mit Milzbrandblut. Flächenschnitt. Färbung mit Goldechlorid. Bakterien und Entzündungselemente in den Spalträumen der Cornea. Vergr. Hartnack, Obj. 7, oe. 3.

Fig. 9. Kaninchencornea 15 Stunden nach der Impfung mit Milzbrandblut. Ausläufer einer von Bakterien gebildeten sternförmigen Figur. Entzündung. Frisch in humor aqueus. Vergr. Hartnack, Obj. 7, oe. 3.

Fig. 10. Aus einer Kaninchencornea 14 Stunden nach der Impfung mit der Milzpulpe eines an Impfmilzbrand gestorbenen Kaninchens. In der Milz nur Dauersporen. Pilzfigur aus Bakterien gebildet. Neben den Stäbchen Dauersporen. Frisch in humor aqueus. Vergr. Hartnack, Obj. 8, oe. 3.

---

Fig. 1.



Fig. 3.

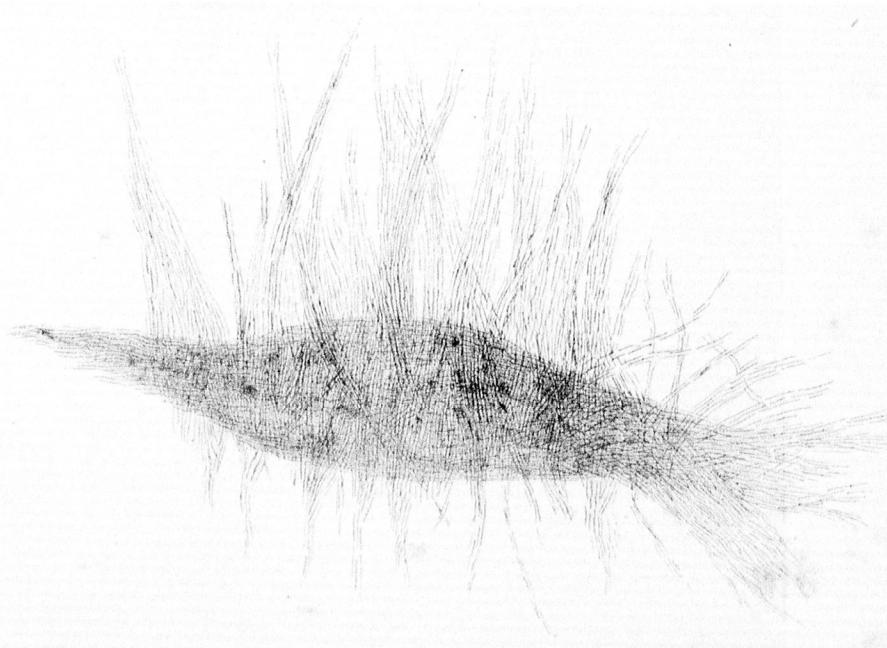


Fig. 4.

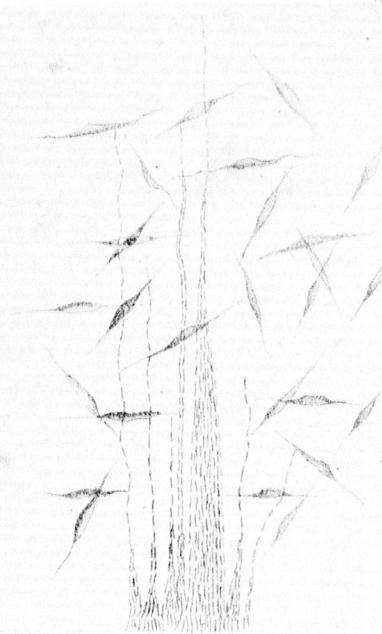


Fig. 5.

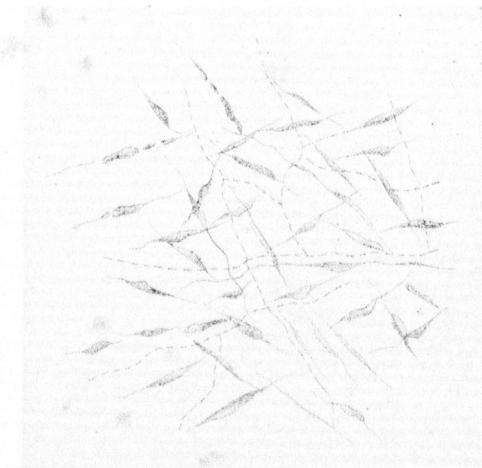


Fig. 6.

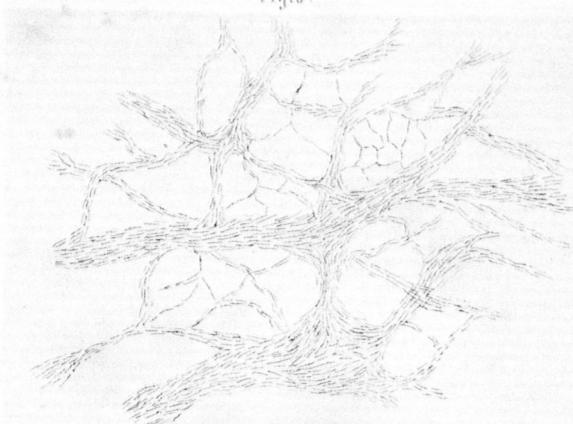
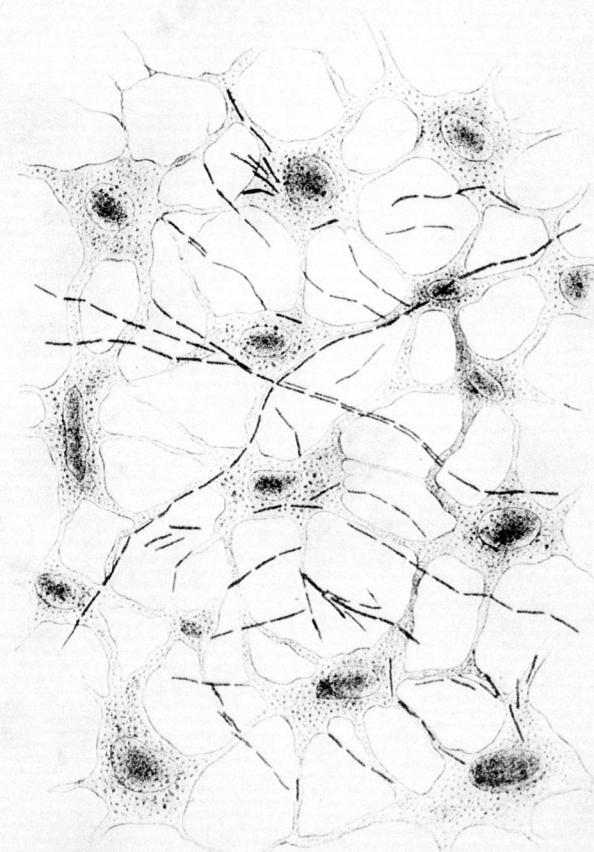


Fig. 7.



ges. v. Verl. Lihm. Schima.

Fig. 10.



Fig. 8.

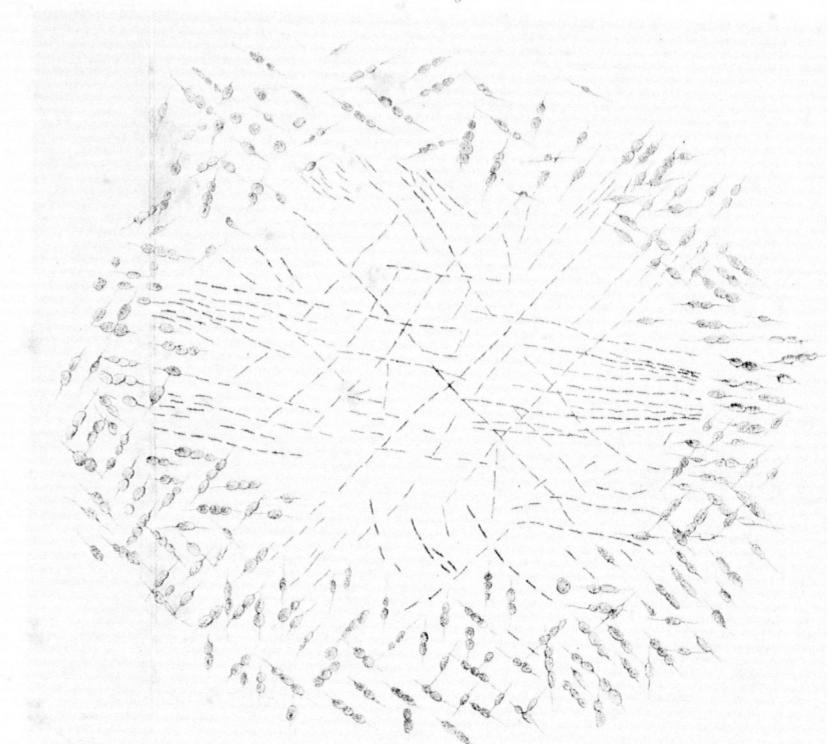


Fig. 9.



