

Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

(Aus dem Institut für Schiffs- und Tropenkrankheiten in Hamburg.
Direktor: Medizinalrat Prof. Dr. Nocht.)

Studien über Spirochäten und Trypanosomen.

Von

Dr. W. Siebert, Marinestabsarzt.

(Hierzu 4 Textfiguren.)

Spirochäten und Spirillen werden vielfach identifiziert, obgleich EHRENBURG selbst, der diese beiden Gattungen aufgestellt hat, in der Definition derselben einen deutlichen Unterschied macht, insofern er erstere als flexibel und letztere als starr bezeichnet. Allerdings könnte die durch denselben Autor erfolgte gemeinsame Einreihung in die „familia Vibrioniorum“ Bedenken erregen, da ja hierunter auch die Bacterien zusammengefaßt werden. Dem gegenüber sei jedoch darauf hingewiesen, daß VON EHRENBURG, wie LOEWENTHAL¹⁾ gleichfalls ausführt, auch die Infusionstierchen, unsere heutigen Protozoen hierher gerechnet werden. Die Auffassung über die systematische Stellung der Spirochäten ist in letzterem Sinne besonders durch die Untersuchung SCHAUDINN's²⁾ in neue Bahnen gelenkt worden, indem derselbe in der Entwicklung des *Leucocytozoon* ein Spirochätenstadium nachwies. Hiermit ist jedoch nach LÜHE's Anschauung noch nicht definitiv entschieden, daß alle derzeit als Spirochäten bezeichneten Organismen den Protozoen zugesellt werden müssen; ebenso sind für ihn Spirochäten nur ein morphologischer, nicht ein syste-

¹⁾ LOEWENTHAL: Die Spirochäten. Biophysikal. Centralbl. Bd. I 1905.

²⁾ SCHAUDINN: Arb. a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte XX 1904.

matischer Begriff, wofür gerade dieses Vorkommen eines Spirochätenstadiums beim *Leucocytozoon* beweisend sei. Diesbezüglich muß bemerkt werden, daß SCHAUDINN in seiner letzten Publikation¹⁾ auch nur von einer Konvergenzerscheinung im Entwicklungszyklus des *Leucocytozoon* spricht.

Weitere Ausführungen über die Morphologie dieser Wesen haben allerdings dazu beigetragen, die Wagschale zugunsten der von SCHAUDINN vertretenen Anschauung sinken zu lassen. Für die Protozoennatur sprechen sich aus: SCHAUDINN, v. PROWAZEK, HARTMANN, HOFFMANN, KEYSSELITZ, LOEWENTHAL, MARKHAM, CARTER, JAFFÉ, SCHELLACK, GONDER, SIEDLECKI, KRZYSZTALOWICZ, PERRIN, NEUFELD, MANTEUFEL, LÜHE, GROSS, EITNER, MÜHLENS u. a.; dagegen KOCH, ZETTNOW, BORREL, NOVY, KNAPP, LEVADITI, LAVERAN, SALING, THESING, SOBERNHEIM, SIEGEL u. a.

Bevor ich das eigentliche Thema behandle, will ich in groben Zügen auf die Morphologie eingehen, da noch hinreichend Gegensätze über die Strukturverhältnisse obwalten. — Wiederholten Widerspruch haben die als Geißeln imponierenden Fortsätze des Periplast erfahren, der sich am Ende in dünne, nicht abgesetzte Fäden anzieht. Sie sind Folgen der Trennung der stark verdünnten Periplastbrücken, die bei der Teilung entstehen, und durch das Bestreben der neuen Individuen, sich nach verschiedenen Richtungen fortzubewegen, zerreißen (HOFFMANN, v. PROWAZEK, HARTMANN, SCHELLACK). Der Periplast ist die äußere Hülle, die bei größeren Formen (*Sp. balbianii*, *anadontae*) wabig strukturiert ist, und wie v. PROWAZEK²⁾ annimmt, vermutlich zum Teil aus Lipoiden besteht und in Myophanbrillen zerfällt, die in dieser Art bei den Spirillen nicht beobachtet worden sind. Er umschließt das Plasma, bei dem der äußere Teil, das Ectoplasma, meist undeutlich in das Entoplasma übergeht, und ferner centralwärts bei entsprechender Differenzierung Chromatin, das in der Längsachse des Organismus verlaufend rosenkranzartig in Körnchenreihen angeordnet ist und nach SCHAUDINN dem lokomotorischen Kernapparat plus dem somatischen Kerne der Trypanosomen entspricht. Von den gelegentlich beschriebenen Seitengeißeln ist es nicht sicher, ob sie nicht Folgen bzw. Erscheinungen der Mazeration sind.

Die umhüllende Membran ist allerdings bei den kleinsten

¹⁾ SCHAUDINN: Zur Kenntnis der *Spir. pallida*. Deutsch. Med. Wochenschrift 1905 Nr. 24.

²⁾ E. HOFFMANN u. PROWAZEK: Untersuchungen über die Balanitis- und Mundspirochäten. Centralbl. f. Bacteriol. 1906 Bd. XLI.

Formen wegen der Zartheit dieser Organismen¹⁾ strittig, wird jedoch auch hier (*pallida*) von SCHAUDINN¹⁾ nach den Untersuchungen am lebenden Objekt vermutet. Sie kennzeichnet sich in diesem Zustande als eine am Rande lichtbrechende Linie und entspricht dem Randfaden der Trypanosomen.

Neben der bauförmigen, in ihrem feineren Baue bestimmte Einzelheiten enthaltenden Gestalt ist die Art der Vermehrung der Microorganismen gegen die Bacteriennatur ins Feld geführt worden, obgleich hier zahlreiche Stimmen gegen die sonst im allgemeinen den Protozoen (Flagellaten) eigene Längsteilung (Ansahne z. B. *Oxyrrhis*) laut geworden sind (KOCH, ZETNOW, BOBREL, LAVERAN, NOVY, KNAPP u. a.). In neuester Zeit hat auch SCHELLACK,²⁾ der Untersuchungen an europäischen, amerikanischen und afrikanischen Recurrensspirochäten angestellt hat, diese Frage aufgegriffen und als durchaus noch nicht sicher entschieden erklärt. Ich habe an der lebenden *Sp. pallida* die Längsteilung verfolgt, und dabei bemerkt, daß der Verlauf bis zur Bildung der V-Form zwar verhältnismäßig schnell vor sich geht, aber in diesem Zustande anscheinend lange verharrt. Bei diesem Vorgang verlieren zu Beginn die beiden sich bildenden Tochterindividuen scheinbar die sonst typische Starrheit, indem die Windungen flacher und unregelmäßiger werden; aber letzteres nur für Momente, um dann nach vollzogener Teilung sofort wieder die diese Spirochäten charakterisierende, präformierte Spirale zu zeigen. Gleichzeitig scheint in diesem Augenblicke die sonst gewohnte Bewegung der Rotation um die Längsachse zu sistieren, um einer über den ganzen Organismus fortlaufenden, mehr zitternden Wellenbewegung Platz zu machen. Sporenzustände sind bisher nicht beobachtet worden, wohl aber eingerollte Ruhestadien,³⁾ die jedoch unterschieden werden müssen von Bewegungs- und Involutionstadien; sie erkläre nach v. PROWAZEK eventuell die Recidive, während LEVADITI und MANOÛÉLIAN⁴⁾ diese eingerollten Formen

¹⁾ SCHAUDINN (HARTMANN u. v. PROWAZEK): Zur Kenntnis der Spirochaeta pallida und anderer Spirochäten. Arb. a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte 1907 Bd. XXVI Heft 1.

²⁾ SCHELLACK: Morphologische Beiträge zur Kenntnis der europäischen, amerikanischen und afrikanischen Recurrensspirochäten. Arb. a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte Bd. 27 Heft 2.

³⁾ PROWAZEK: Vergleichende Spirochätenuntersuchungen. Arb. a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte Bd. XXVI Heft 1 1907.

⁴⁾ LEVADITI et MANOÛÉLIAN: Recherches sur l'infection provoquée par le spirille de la Tick-fever. Annal. de l'institut Pasteur XXI 1907.

mehr für eine der Degeneration vorausgehende Erscheinung auffassen.

Ich habe auf Anregung und mit liebenswürdiger Unterstützung des Herrn Dr. v. PROWAZEK versucht, unter einem anderen Gesichtspunkte zur eventuellen Lösung der Frage betreffs Zugehörigkeit der Spirochäten beizutragen, insofern ich durch Reagentien auf experimentellem Wege Unterschiede, die mitbeweisend sein könnten, zu gewinnen hoffte.

Die Versuche wurden zunächst an der Luesspirochäte vorgenommen und an den Mundspirochäten nachgeprüft.

Die Reagentien wurden dem die Organismen enthaltenden Sekret ungefähr zu gleichen Teilen zugesetzt. Letzteres wurde bei der *Spir. pallida* aus breiten Analpapeln gewonnen und dann in U-förmigen Kapillarröhrchen centrifugiert. Nach Vermischung und Einwirkung der Reagentien für die Dauer von 10—15 Minuten wurden Ausstriche angefertigt und nach GIEMSA (bei der *Spir. pallida* Schnellfärbemethode) oder mit LÖFFLER'S Geißelbeize behandelt. Es sei gleich hinzugefügt, daß für letztere Färbung nur sehr dünne Ausstriche verwendbar sind.

10—20proz. NaCl-Lösung bewirkte allgemein mehr eine Aufquellung des Ganzen als Anflösung des Spirochäteninhaltes; daher erschienen die Luesspirochäten gewöhnlich dick, gequollen. Wiederholt trat auch Auffaserung ein mit Zerfall in einzelne Fibrillen, Vorgänge, die bei den Bacterien nicht eintreten (Fig. A). Gelegentlich zeigten sich im Verlauf der Spirochäte knotenförmige Verdickungen;



Fig. A. Syphilisspirochäten.
Kochsalzwirkung. Spätstadium. Compens. Ocul. 18, homog. Immers. 2 mm.

an diesen Stellen hatte sich das Plasma zusammengezogen, so daß nur Periplast übrig geblieben war, der sich schwach färbte und daher diese Stellen heller erscheinen ließ. Eine ähnliche stellenweise Schrumpfung des Inhaltes durch Flüssigkeitsabgabe zeigte sich bei den großen Formen der Mundspirochäten, wo als Folge dieses Vorganges die Chromatinkörnchen besonders deutlich hervortraten. Auffallend war auch die reichliche Bildung von Schleifen- und Ösen-

formen (Fig. B). Es waren dies anscheinend Bewegungsstadien, wie ich sie bei den Luesspirochäten am lebenden Material bemerkt habe; es bildete sich hier anfangs eine Endschlinge, die dann den ganzen Körper durchlief, gelegentlich mit einem kurzen Halt, um dann in derselben Richtung oder rückläufig dasselbe Spiel fortzusetzen. Diese Formen sind daher nicht zu verwechseln mit den Ruhestadien, wie sie z. B. v. PROWAZEK¹⁾ bei den Hühnerspirochäten nachgewiesen hat; sie zeigten sich zwar stellenweise stärker verfilzt,

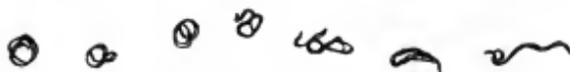


Fig. B. Mnndspirochäten.

Kochsalzwirkung. Anfangstadium. Compens. Ocul. 8, homog. Immers. 2 mm.

ließen aber doch immer noch die einzelnen Windungen deutlich erkennen, während es sich bei den Ruhestadien um dicke und dichtere Verklumpungen und Verklebungen handelt. Sie ähnelten mehr den Phagocytoseformen.

Behandlung mit 10 Proz. taurocholsaurem Natrium verursachte zunächst bei den Luesspirochäten eine Aufquellung später mehr noch eine Zerstörung des Gesamtprotoplasma, so daß hier der Auslaugungsprozeß deutlicher zutage trat, und infolgedessen die restierenden Chromatinteilchen in einzelnen Körnchen, wie Perlen auf einer Schnur, in dem Innern der Spirochäten in der Längsrichtung erschienen (Fig. C und D). Die im Periplast befindlichen lipidartigen



Fig. C. Luesspirochäten.

Taurocholwirkung. Spätstadium. Compens. Ocul. 18, homog. Immers. 2 mm.

Massen wurden durch die Gallensubstanzen gelöst, wodurch zunächst Austritt des Protoplasma ermöglicht wurde. Infolgedessen schrumpfte auch die chromatische Körnchenreihe zusammen, erschien dicker und hob sich rotgefärbt ab. Zugleich wurde bezüglich der Geißelanhänge hierbei deutlicher, daß es sich nicht um Geißeln im eigentlichen Sinne, sondern mehr um Auszüge des Periplast handelte. Ebenso war eine undulierende Membran nicht vorhanden, da eine dem Peri-

¹⁾ v. PROWAZEK: Arb. a. d. kaiserl. Gesundheitsamte 1906 Bd. XXIII.

plast anliegende stärkere Fibrille anscheinend fehlte, die die Grundlage für eine undulierende Membran sein würde, entsprechend der Annahme, daß letztere genetisch ein fibrilläres Produkt des kinetischen Kernbestandteiles ist. Später verschwand auch der Periplast, so daß die Gallensubstanzen imstande waren, die Spirochäten aufzulösen, was bei den Bakterien mit Ausnahme des *Pneumococcus* und einiger verwandter Formen nicht der Fall ist, wohl aber bei den Protozoen.



Fig. D. Mundspirochäten.

Taurocholwirkung. Frühstadium. Compens. Ocul. 8, homog. Immers. 2 mm.

Es würde dies auch für irgendwelche prophylaktische Maßnahmen sehr wichtig sein, da z. B. Sublimat 1:1000 nicht alle Luesspirochäten im Gewebe zu vernichten scheint. In 10 Proz. Sublimatlösung wurden dieselben allerdings abgetötet, aber ohne Aufquellung oder Maceration; sie wurden gewissermaßen eher konserviert, waren dünn und auffallend abgeblaßt.

Einwirkung von Saponin (1:10) hatte ein etwas gequollenes Aussehen mit teilweiser Abblassung zur Folge. Nach den Untersuchungen von LANDSTEINER und RUSS,¹⁾ die bestätigt werden können, wird auch das Hühnerpestvirus durch 1 Proz. Saponin avirulent.

Verdauungsversuche mit Pepsin + HCl und zweistündigem Verweilen im Thermostaten bei annähernd Körperwärme ergaben bei der Luesspirochäte ein Anquellen derselben. Dies würde dafür sprechen, daß diese Individuen zum großen Teil aus Kernsubstanzen bestehen, die nicht direkt verdaubar sind. Hieran deuten auch morphologische Beziehungen hin. Von den Trypanosomen wissen wir, daß Periplast und Fibrillen Kernderivate sind, die also hier bei der Luesspirochäte die Hauptmasse des Körpers ausmachen würden. Diese Tatsache erklärt auch, warum die Lues- und Frambösiespirochäten von den Leucocyten so schwer verdaut werden (fibrilläre Reste, Körnchen), da Kernderivate der Verdauung einen ziemlich Widerstand entgegensetzen; ebenso spricht dieser Umstand vice

¹⁾ LANDSTEINER, Centralbl. f. Bakt. Ref. 1906.

versa dafür, daß der Periplast kein Teil des Ectoplasmas ist. Die Mundspirochäten waren unter dem Einfluß des Pepsins teils verdickt, teils unverändert und scheinen somit resistenter, was vielleicht dadurch erklärlich ist, daß sie in dieser Hinsicht auch normalerweise anderen Insuliten ausgesetzt sind. Gelegentlich fanden sich jedoch auch hier sehr schön gekörnte Exemplare mit helleren Stellen und teilweiser Anflösung.

Es lag nahe, zum Vergleich diese Versuche auch auf Trypanosomen auszudehnen, zumal gewisse Beziehungen zwischen beiden Gruppen zu bestehen scheinen, so daß man die Spirochäten, dort wo eine deutlich ausgesprochene undulierende Membran erkennbar ist, wie bei den großen Formen, direkt zu den Trypanosomen gerechnet hat. Auch haben die Photogramme in den diesbezüglichen Arbeiten Ähnlichkeiten verschiedener Spirochäten mit schmalen trypanosomenartigen Flagellaten gezeigt.

KRZYSTALOWICZ und SIEDLECKI¹⁾ nehmen sogar bei der *Spir. pallida* an, daß sie in irgendeinem Moment ihrer Existenz ein Trypanosomenstadium passiert. Auch glauben sie auf Grund eines gewissen allmählichen Überganges, daß die Trypanosomen durch Wachstum aus den Spirochäten entstehen. Das Trypanosom, welches eine Form im Entwicklungsstadium der *Spir. pallida* repräsentiert, müßte daher in das System der Protozoen eingereiht werden. Allerdings sind diese Beobachtungen bisher noch nicht bestätigt worden.

Die Versuche wurden an dem Erreger der Douvine vorgenommen. 20 Proz. Kochsalzlösung bewirkte Verdichtung des Entoplasma durch Extraktion der Flüssigkeit. Das Protoplasma „stroma“ war zusammengeschrumpft, wodurch eine gewisse Abrundung des Zelleibes bedingt wurde. Bei verschiedenen, noch gut erhaltenen Individuen zeigten sich nur einige helle Stellen im Plasma; im allgemeinen aber war dasselbe später gelöst, so daß manche Parasiten als zusammengerollte Körper mit brüchligem Chromatin und schwammartig zusammengeschrumpftem Plasma in roter Periplasthülle erschienen. Überwiegend zeigten sich Bilder, die Teile des meist zu einem central gelegenen, blauviolett färbbaren Körper verdichteten Plasma auf rötlichem, alveolarem Untergrunde darstellten. Der Periplast wird also am wenigsten gelöst, was auch seiner Natur, aus Kernsubstanzen entstanden zu sein, entspricht. Dort, wo er auch etwas

¹⁾ KRZYSTALOWICZ et SIEDLECKI: Contribution à l'étude de la structure et du cycle évolutif de *Spirochaete pallida* Schand. Bulletin de l'Académie des Sciences de Cracovie 1905.

gelöst war, blieb er jedoch am längsten in seiner Gestalt erhalten, so daß einige Trypanosomen nur als ein feiner gewundener Faden aussahen (vielleicht Reste der undulierenden Membran), während die blaufärbbaren Teile später völlig geschwunden waren. Tsetse-trypanosomen wurden bei 2–3 Proz. Kochsalzlösungen zunächst lichtbrechender, später blähten sie sich gleichfalls auf, das Protoplasma schrumpfte central zu einem schwammartigen Körper zusammen und schließlich blaßte das *Trypanosoma* ganz ab. Es trat also hier eine Art von Plasmaschrumpfung ein, wie bei den höheren Protozoen im Gegensatz zu den Spirochäten. Später vergrößerten sich die Protozoenleiber und zerflossen. Von einer Plasmolyse im eigentlichen Sinne des Wortes konnte man aber hier nicht sprechen, denn bei einer normalen Plasmolyse müßte sich das Protoplasma von dem Periplast vollständig abheben und beim Überführen in eine isotonische Lösung wieder an ihn anlegen.

Saponin 1:10 löste das Plasma auf, dasselbe wurde gewissermaßen herausgesogen, hingegen blieben die Kernsubstanzen erhalten, so daß sich zum Schluß nur der Kern mit dem Periplast färbte, der sich besonders abhob. Wiederholt war das Protoplasma so stark angeschwollen, daß das Trypanosom gerade wie ein Hauch erschien, wogegen hier natürlich der rote Kern außerordentlich deutlich hervortrat, und bei Maldecaderastrypanosomen zu einem breiten Chromatinband zerfloß. Die Trypanosomen sahen allgemein sehr breit aus, da der plasmatische Inhalt ausgewaschen und somit das Ganze gleichsam infolge Schwindens des inneren Turgor kollabiert war. Bei einigen fanden sich im Leibe zahlreiche größere oder kleinere Granulationen, die sich mit Chromatinfarbstoffen färbten, anscheinend Reste des aufgelockerten bzw. zerfallenen Kernes. Oft war auch eine Duplikatur des Periplast vorhanden. Der Randfaden der undulierenden Membran hob sich zartlich schimmernd gleichfalls deutlich von dem Plasma ab.

Die Einwirkung von Sublimat 1:10 bedingte keine Auflösung, auch war die Zahl der Trypanosomen nicht verringert. Im allgemeinen färbten sich diejenigen Bestandteile, die Affinität zu den sauren Farbstoffkomponenten hatten, am wenigsten, mehr noch diejenigen mit Neigung zu den basischen, also die Kernbestandteile. Am stärksten zeigte sich der Blepharoplast tingiert.

Dagegen löste taurocholsaures Natrium 1:10 alles auf. Ein recht auffallendes Bild, zumal mit sonst stark infiziertem Material gearbeitet wurde!

Der Verdauungsversuch zeigte, daß die Kerne oft erhalten

blieben, während sich vom Protoplasma nur verwaschene Trümmer fanden, die die ursprüngliche Gestalt nicht mehr erkennen ließen.

Eine weitere Verfolgung dieser Resultate, besonders in der Ausnutzung der Medikamente hinsichtlich Prophylaxe und Therapie, sowie eine eingehendere Auswahl der einschlägigen Präparate zwecks Wiedergabe hieselbst, konnte ich leider infolge Kommandowechsels nicht mehr zur Ausführung bringen.

Znsammenfassend möchte ich betonen, daß bei den Spirochäten ebenso wie bei den Trypanosomen unter Einfluß von Kochsalzlösungen eine stellenweise Schrumpfung des Protoplasmas sich bemerkbar machte, die aber nicht als eigentliche Plasmolyse imponierte. Ferner wurden die Spirochäten durch Gallensubstanzen im Gegensatz zu den Bakterien zuerst vielfach in Fibrillen aufgelöst und fielen schließlich der Lösung anheim; ein Vorgang, der von Bakterien nur von Pnenmococcen bekannt ist.

In morphologischer Hinsicht wurde festgestellt, daß unter Kochsalzeinfluß die Spirochäten Knäuelformen annahmen, die aber von den Ruhestadien wohl zu unterscheiden sind. Weiter wurde die Längsteilung der *Spir. pallida* abermals beobachtet und die Tatsache ermittelt, daß sie keine nndnierende Membran besitzt, drehrund ist, und daß die Periplastgeißeln tatsächlich bloß Ausläufer der Periplastfibrillen sind. Die Hauptmasse des Spirochätenkörpers besteht aus kernartigen Substanzen (Pepsin-Versnch), die der Verdauung einen erheblichen Widerstand entgegensetzen und daher sind Spirochätenreste in Leucocyten lange Zeit nachweisbar.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Archiv für Protistenkunde](#)

Jahr/Year: 1908

Band/Volume: [11 1908](#)

Autor(en)/Author(s): Siebert W.

Artikel/Article: [Studien über Spirochäten und Trypanosomen 363-](#)

