

M



Aus dem hygienischen Institut der Universität
Freiburg i. Br.
(Direktor: Geh. Hofrat Prof. Dr. Schottelius.)

**Über die Wirkung von Tuberkel-Bazillen
verschiedener Typen auf Würmer,
Schnecken und Kaulquappen.**

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR ERLANGUNG DER
MEDIZINISCHEN DOKTORWÜRDE

DER

HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT

ZU

FREIBURG IM BREISGAU

VORGELEGT VON

SAMUEL MOSES

AUS

LÖRRACH.



FREIBURG i. Br.

SPEYER & KAERNER

Spezialbuchhandlung für Medizin und Naturwissenschaften
1907.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Freiburg i. Br.

Dekan:

Professor Dr. Krönig.

Referent:

Geh. Hofrat Prof. Dr. Schottelius.

Druck von A. Bonz' Erben in Stuttgart.

Meinen lieben Eltern

in Dankbarkeit gewidmet.

In den letzten Jahren haben eine große Reihe von Autoren Untersuchungen über die Wirkung von Tuberkelbazillen auf den Organismus kaltblütiger Tiere angestellt, aber fast alle Forscher beschränkten sich auf Untersuchungen an höheren Kaltblütern¹; nur wenige zogen auch niedere organische Tiere (Weichtiere, Schnecken, Würmer etc.) in den Bereich ihrer Untersuchungen. Die ersten Veröffentlichungen letzterer Art stammen wohl von Lortet und Despeignes².

Angeregt durch die Mitteilung Pasteurs über die Tätigkeit der Regenwürmer bei der Verbreitung des Milzbrandes³ — die Regenwürmer sollen aus den eingescharzten Kadavern an Milzbrand eingegangener Tiere die Milzbrandsporen an die Erdoberfläche verschleppen und so das Auftreten von Milzbranderkrankungen veranlassen können — untersuchten sie das Verhalten der Würmer gegen Tuberkelbazillen.

In große, mit Gartenerde gefüllte Töpfe brachten sie je 5 bis 6 Regenwürmer. Dann wurde in einem Teil der Töpfe Material von tuberkulösen Lungen, in anderen Sputum von Phthisikern vergraben. Nach

¹ Küster, Über Kaltblütertuberkulose. Habilitationsschrift. Leipzig 1905.

² Lortet et Despeignes. Les Vers de terre et es bacilles de la tuberculose.

Comptes-Rendus de l'Acad. des Sciences 1892. Bd. 114. pag. 186 f.

³ Pasteur, Sur l'étiologie du charbon C.-R. de l'Acad. 1880, Bd. 91, pag. 92.

5—6 Wochen fingen sie die Würmer heraus, entfernten aus ihnen den Darmtraktus, wuschen und zerhackten den übrigen Körper und impften damit einige Meerschweinchen. Diese bekamen Erscheinungen von „allgemeiner akuter Tuberkulose.“ Wiederholte gleiche Versuche mit den gleichen Tieren hatten dasselbe Ergebnis. Die Untersuchung der Regenwürmer zeigte, daß deren sämtliche Gewebe, besonders aber die Genitalorgane, neben anderen Bakterien sehr zahlreiche Tuberkelbazillen enthielten. Aber auch an den Organen, welche Tuberkelbazillen beherbergten, war eine „spezifische Änderung“ nicht vorhanden, sondern „die Bakterien waren einfach in kleinen Gruppen zwischen den die einzelnen Organe bildenden Zellen infiltriert.“ Die beiden Autoren glaubten hieraus den Schluß ziehen zu dürfen, daß die Regenwürmer auch Tuberkelbazillen aus der Tiefe des Bodens heraufschleppen und durch Ausscheidung derselben Tuberkulose verbreiten könnten. Zum Beweis impften sie Dejektionen von Regenwürmern, welche in tuberkulösem Material sich mit Tuberkelbazillen infiziert hatten, auf Meerschweinchen; diese Tiere gingen jedoch an allgemeiner Sepsis in kurzer Zeit zu Grunde, da natürlich in den Dejektionen neben Tuberkelbazillen auch zahlreiche septische und putride Keime enthalten waren.

Um das Vorhandensein von Tuberkelbazillen in den Faeces der Würmer dennoch sicher nachzuweisen, unternahmen die beiden Forscher dann weiter folgende Versuche¹. Sie füllten wie oben Töpfe mit kieselhaltiger Gartenerde, die nur wenige septischen Keime enthalten soll. In diese Erde, welche mit tuberkulösem Material beschickt wurde, setzten sie eine Anzahl Regenwürmer; obenauf wurde eine Schicht

¹ Lortet et Despeignes, Vers de terre et tuberculose. C.-R. 1892. Bd. 115, pag. 66.

von feinem Kies gestreut und das Ganze mit Papier bedeckt. Nach einigen Tagen wurden Dejektionen der Würmer von der oberflächlichen Sandschicht unter Vermeidung jeder Berührung aufgefangen und Meer-schweinchen injiziert. Diese Infektion ergab „magnifiques tuberculosos generalisés“ bei den Meerschweinchen. Auf Grund dieser Beobachtung fühlten sich die beiden Autoren berechtigt, die Regenwürmer für die allgemeine Verbreitung der Tuberkulose mit verantwortlich zu machen, eine Annahme, die neuerdings von Kirchner in einem Referat (siehe unten)¹ im Hinblick auf die Ubiquität des Tuberkelbazillus als unnötig abgelehnt wird. In allerjüngster Zeit hat ein Autor (Fraser²) auf Grund von Experimenten sich zu ähnlichen Ansichten wie Lortet und Despeignes bekannt; er fand im Darmkanal des Regenwurmes zahlreiche pathogene Bakterien und auch eine Trichinen ähnliche Nematode. Jedenfalls ist es nicht von der Hand zu weisen, daß ein Heraufschleppen von Tuberkelbazillen aus der Erde durch die Lebenstätigkeit der Regenwürmer und ähnlich lebender Tiere wohl möglich ist, zumal Tuberkelbazillen in der Erde jahrelang lebend und virulent bleiben können, wie Schottelius³ bei seinen Untersuchungen an beerdigten Phthisikerlungen gefunden hat.

Mit der Frage der Tuberkuloseerkrankung bei wirbellosen Tieren haben sich die beiden genannten Autoren, wie man sieht, nur ganz beiläufig beschäftigt. Etwas eingehender untersuchte Küster⁴ die Wirkung

¹ Kirchner, Zentralblatt für Bakteriologie, XII, Nr. 1, pag. 36.

² Charles Fraser, M. D.: The possible importance of Earth-Worm as a Factor in the Spread of disease. Lancet Nr. 4326 und Referat in der Deutsch. Med. Wochenschrift 1906. Nr. 33.

³ Zentralblatt für Bakteriologie, Bd. VIII.

⁴ l. c., pag. 33. Über Kaltblütertuberkulose.

der Tuberkulose auf den Organismus wirbelloser Tiere. Während die Wirkung des Tuberkelbazillus auf Warmblüter allgemein in pathologisch-histologischer Hinsicht anerkannt und nur biologisch noch eine Streitfrage war, wurde bei den Poikilothermen lange Zeit jede Möglichkeit einer tuberkulösen Infektion geleugnet. Es würde zu weit führen, die Ergebnisse der Tuberkuloseforschung an Kaltblütern hier ausführlich anzuführen; ich beschränke mich deshalb darauf, nur über die Studien an wirbellosen Poikilothermen zu berichten. Derartige Arbeiten sind in den letzten Jahren nur 2 erschienen. Im Jahre 1903 zog Küster im Verlauf seiner Experimente an Fröschen auch deren Jugendstadien, die Kaulquappen, in den Bereich seiner Untersuchungen. Er hielt diese Tiere in Aquarien, deren Wasser er wiederholt mit großen Mengen von Bazillen vom Typus der Froschtuberkulose infizierte, und gab ihnen auch Kadaverteile von Krebsen als Futter, die an Froschtuberkulose eingegangen waren. Bei keinem dieser Tiere gelang es bei der damaligen Versuchsanordnung, besondere histologisch-pathologische Veränderungen oder auch nur Tuberkelbazillen im Organ-Ausstrichpräparat zu finden. Auch an Schnecken stellte Küster Untersuchungen an. Die von ihm mit Reinkulturen von Froschtuberkulose geimpften Tiere gingen meist in wenigen Wochen zu Grunde, an einer Vermehrung der eingebrachten Bazillen, wie Küster annimmt.

In neuester Zeit veröffentlichte Metallnikoff Versuche über die Tuberkulose bei der Bienenmotte.¹ Er brachte Reinkulturen von menschlichen Tuberkelbazillen in die Leibeshöhle von Raupen der Bienenmotte und fand, daß diese Bakterien in kurzer Zeit von Leukocyten aufgefressen wurden und im Innern

¹ Zentralblatt für Bakteriologie, Bd. XXXXI, Heft 1 u. 2.

derselben resorbiert wurden. Er glaubt dies dahingehend erklären zu können, daß die widerstandsfähige Hülle der Tuberkelbazillen von den Zellen dieser wachsverdauenden Motten mit Leichtigkeit zerstört und damit die Bazillen dem Untergang geweiht würden. Es fiel aber auf, daß das Verhalten der Raupen ganz anders war, sobald statt der menschlichen Tuberkulose-Kulturen Froschtuberkelbazillen eingepflegt wurden. Zwar fand auch hier eine starke Phagocytose statt, aber das Virus dieser Kaltblütertuberkulose war zu infektiös (aggressiv) für die Raupen. Die Tiere gingen nach einiger Zeit trotz energischer Phagocytose an Vermehrung der eingebrachten Tuberkelbazillen, also an Tuberkulose, ein; denn die Leukocyten vermochten die aufgenommenen Bazillen nicht abzutöten, sie gingen selbst daran zu Grunde und unterstützten noch durch ihre Ortsbewegung die Ausdehnung der Infektion.

Bevor ich mit eigenen Versuchen begann, beschäftigte ich mich zunächst mit dem Studium des Baues der von mir zu verwendenden Tiere. Ich wählte als Gegenstand meiner Untersuchungen den Regenwurm (*Lumbricus vulgaris*), die rote und schwarze Wegeschnecke (*Arion rufus* und *empiricorum*), ferner Kaulquappen des Teichfrosches (*Rana esculenta*) und der Geburtshelferkröte (*Alytes obstetricans*), Tiere, die zur Zeit meiner Versuche stets in genügender Menge zu bekommen waren. Die Literatur gibt über das Verhalten der normalen Bakterienflora in diesen Tieren keine Auskunft; auch scheinen über die Widerstandsfähigkeit von Regenwürmern, Schnecken und Kaulquappen gegen bakterielle Infektion noch keine Studien gemacht zu sein. Die einzigen diesbezüglichen Angaben fand ich bei Cuénót,¹ der im Innern von

¹ Cuénót, Etudes physiologiques sur les Oligochètes. Archiv des Biolog. Bd. 15.

Regenwürmern sowohl in der Leibeshöhle, als auch im gewöhnlichen Bindegewebe bakterienähnliche Gebilde, „Bacteroides“, wie er sie nennt, gefunden haben will. Es gelang ihm aber nicht, die gesehenen Formen genauer zu bestimmen. Cuénot beschreibt auch die eifrige Tätigkeit weißer Lymphzellen, die eine rege Phagocytose entwickelten, eine Erscheinung, von der ich mich zu öfteren Malen selbst überzeugen konnte. Die Zerfallsprodukte der „Bakteroiden“ will Cuénot leicht im Wimperkanal aufgefunden haben, durch den sie offenbar nach außen befördert wurden, ein Vorgang, den ich im Verlauf meiner Untersuchungen bei den von mir angewandten Bakterien öfters bestätigen konnte.

Meine Experimente beschäftigten sich vorerst nur mit Regenwürmern. Es galt, sich zunächst von dem Bakteriengehalt des Wurmkörpers an sich eine Anschauung zu verschaffen. Dazu aber mußte vor allem der Darmkanal dieser Tiere seines Inhaltes an Erde entledigt werden, da bekanntlich die Erde sehr zahlreiche und virulente Bakterien enthalten kann, wie gelegentlich einer Keimbestimmung durch Einimpfen der zerriebenen Regenwürmer in den Körper von Laboratoriumstieren beobachtet wurde. Zum Zwecke dieser Reinigung verbrachte ich Würmer in Kochsche Schalen, deren Boden ich mit kleinen Schnitzeln feuchten Fließpapiers bedeckte, die jeden Tag gewechselt wurden. Die Würmer fraßen die Papierstücke und reinigten sich damit selbst den Darmkanal, da die Papierstücke unverdaut den Darm passieren und mechanisch den ursprünglichen Inhalt des Darmes herausbefördern. Nach ca. 8 Tagen waren die aus dem Darm entleerten Papierstücke ganz sauber und bestanden nur noch aus Papier von weißer Farbe. Auch äußerlich waren die Würmer jetzt ganz durchscheinend weiß. Die Durchfütterung mit Fließpapier hatte außerdem den

Zweck, das Anfertigen mikroskopischer Präparate des normalen Regenwurmes zu erleichtern, da das Vorhandensein von Erde im Darmkanal sowohl das Anfertigen der Schnittblöcke als das Schneiden der eingelegten Präparate beträchtlich erschwert.

Ich verrieb nun einen frisch gefangenen, in Leitungswasser gewaschenen Regenwurm in steriler Reibschale und untersuchte dieses Material im Ausstrichpräparat auf säurefeste Stäbchen. Zur Färbung auf Säurefeste verwendete ich stets die Ziehlsche Karbolfuchsinlösung, entfärbte mit 10% Salpetersäurespirit, — zur Kontrolle auch mit der von Herzog angegebenen, weiter unten beschriebenen Entfärbungsflüssigkeit — und grundierte mit Methylblau. Bei beiden Methoden erzielte ich dieselben Resultate. In dem auf oben beschriebene Weise untersuchten Wurm fand ich in keinem einzigen Fall, trotz zahlreicher Präparate, säurefeste Stäbchen, dagegen vereinzelte Sporen, sowie einige längliche, ca. 10 μ große, 3 μ breite keilförmig nach einer Seite zugespitzte Gebilde, die vielleicht zu den oben erwähnten Cuénotschen Bakteroiden Beziehung haben, jedenfalls keine Bakterien waren. In mehreren anderen auf gleiche Weise untersuchten Würmern fand ich ebenso wenig säurebeständige Bakterien. Von einem der geriebenen Würmer injizierte ich das mit Wasser $\frac{1}{2}$ verdünnte Material zwei gesunden Meerschweinchen (Nr. 193 und 194, 1906). Nr. 193 erhielt $\frac{1}{2}$ ccm, 194 $\frac{1}{4}$ ccm in die Bauchhöhle. Von der gleichen Lösung legte ich auch je 3 Agar- und Blutserumschräggkulturen an. Die am 9. III. 1906 geimpften Tiere gingen beide am 12. III. ein, nachdem sie bis dahin keine sicheren Krankheitssymptome geboten hatten. Tier Nr. 193 bot bei äußerer Betrachtung die Symptome von Tetanus (Robbenstellung der hinteren Extremitäten). Die Sektion ergab starke Injektion

der Impfstelle, ferner eitrige Verklebung einzelner Darmschlingen mit der Bauchwand und starke Entzündung und Eiteransammlung im ganzen Abdominalraum. Das zweite Meerschweinchen zeigte die gleichen Erscheinungen, nur in geringerem Grade. Bei beiden Tieren fiel die weit vorgeschrittene Fäulnis auf und außerdem die schon erwähnten tetanischen Symptome. Die Diagnose lautete: eitrige, akute Peritonitis und Tetanus? Ausstrichpräparate aus dem Eiter ergaben keine säurefesten Stäbchen, dagegen zahlreiche Bakterien mit säurefesten Sporen in mannigfacher Form, sowie eine große Kokkenflora. Auch Bazillen, die als Tetanusbazillen morphologisch angesprochen werden konnten, wurden gefunden. Die von der Injektionsmasse angelegten Schrägagar-Kulturen wurden trotz Verdünnungen von einer überaus üppigen Bakterienflora überwuchert. Mikroskopisch ließen sich wiederum Kokken verschiedener Art und zahlreiche Stäbchen erkennen, aber darunter keinerlei säurefeste.

Als weitere Vorbereitung wurde Gartenerde im Autoklaven bei 3 Atmosphären Druck mehrmals $\frac{1}{2}$ Stunde lang erhitzt. Von dieser Erde angelegte Kulturen blieben sowohl bei Zimmertemperatur als auch im Brutofen steril. Jetzt galt es, die gereinigten Würmer auf ihren Bakteriengehalt zu untersuchen. Einer der mit Fließpapier durchfütterten Regenwürmer wurde getötet, in steriler Reibschale zerrieben und von der mit Wasser verdünnten Masse $1\frac{1}{2}$ ccm in die Bauchhöhle eines Meerschweinchens (Nr. 195) eingespritzt. Gleichzeitig wurden Agarkulturen von dem Material angelegt. Das Meerschweinchen 195 blieb trotz der relativ großen Menge des Impfmateri als am Leben und zeigte sich stets munter wie zuvor. Auf den angelegten Kulturen wuchsen verschiedene Keime, von denen jedoch keiner kulturell als pathogener Typus angesprochen werden konnte. Dieser Versuch ergab

also, daß der Körper eines Regenwurms durch Fließpapierfütterung soweit gereinigt werden kann, daß er keine virulenten, für Meerschweinchen pathogenen Keime mehr enthält, vor allen Dingen keine Tuberkelbazillen. Da ich alle zu den folgenden Experimenten dienenden Regenwürmer aus dem gleichen Stück Garten entnommen und ganz gleichmäßig behandelt hatte, konnte ich das Gleiche auch für die übrigen voraussetzen. Nach den Versuchen ging ich nunmehr zur Infizierung von Würmern über. Ich verwendete gereinigte Würmer und sterile Erde; die Erde wurde in Kochsche Schalen etwa 10 cm hoch eingelegt und die Regenwürmer hineingesetzt. Zur Infektion benutzte ich eine etwa 4 Wochen alte Kultur virulenter menschlicher Tuberkelbazillen. Diese Kulturen zerrieb ich mit physiologischer Kochsalzlösung bis zur milchweißen Färbung der Emulsion. Von dieser injizierte ich 7 Regenwürmern je etwa $\frac{1}{2}$ ccm in die Leibeshöhle, also im Vergleich zum Gewicht des Tieres eine geradezu ungeheure Menge Bakterien. Während so ein Teil der Tiere direkt geimpft wurde, suchte ich weitere 7 Würmer auf dem natürlichen Wege per os zu infizieren. Ich verbrachte diese Tiere ebenfalls in eine Kochsche Schale mit steriler Erde und begoß diese Erde mit einer größeren Menge der oben erwähnten Bazillenemulsion. Durch diese Versuchsanordnung wurde bezweckt, die Wirkung der Tuberkelbazillen sowohl auf dem direkten Wege der Impfung, wie auf dem natürlichen per os zu beobachten, da ja wohl bei den Infektionsmethoden eine ganz verschiedene Wirkung zu erwarten war. Die Infektion per os kam der natürlichen Infektionsmöglichkeit von Regenwürmern mit Tuberkelbazillen sehr nahe, denn der Umstand, daß der Darmkanal vorher möglichst von Bakterien befreit und auch das Aufenthaltsmedium, die Erde, keimfrei gemacht war, darf hier nicht all-



zu hoch angeschlagen werden, denn nachgewiesenermaßen können gerade Regenwürmer in dieser Weise monatelang lebenskräftig aufbewahrt werden.

Am folgenden Tag, 24. III. wurde eine analoge Versuchsreihe mit virulenter Kaltblütertuberkulose aufgestellt, indem ebenfalls je 6 Würmer direkt geimpft, 6 andere in infizierter Erde gehalten wurden; es wurde also auch hier der Vergleich zwischen künstlicher und natürlicher Infektion ermöglicht. Zur Ernährung sämtlicher Tiere wurden frische, sorgfältig in sterilem Wasser gereinigte Salatblätter verwendet.

Am 28. III., 5 Tage nach stattgehabter Infektion, untersuchte ich einen verendeten Wurm aus der mit menschlichen Tuberkelbazillen begossenen Erde. Ich wusch ihn sorgfältig ab, zerrieb ihn in steriler Reibschale und fertigte Ausstrichpräparate an. Es zeigte sich das Vorhandensein zahlreicher Tuberkelbazillen, die teilweise intracellulär zu liegen schienen. Nach wenigen Tagen also war eine deutliche, per os erfolgte Aufnahme von Bazillen nachzuweisen. Die Menge der aufgenommenen Bakterien war so groß, daß sie wohl schon als Ursache für den Tod des ziemlich herabgekommenen Wurmes angesehen werden konnte. Einige Tage später wurde einer der mit Froschtbc. geimpften Würmer, der seit einiger Zeit schon nur schwache Lebenszeichen gegeben hatte, mit Chloroform getötet. Der ganze vordere Teil des Tieres war durchaus gangränös, die hintere Körperhälfte noch frisch. Um die noch deutlich erkennbare Einstichstelle der Impfungsspritze war ein großer Eiterherd, der Froschtuberkelbazillen enthielt. Auch aus den entfernt von der Impfstelle gelegenen Teilen waren im Ausstrich einzelne Tuberkelbazillen nachweisbar.

Am 6. IV. tötete ich Nr. 2 von den Würmern, welche am 24. III. mit Froschtbc. geimpft wurden. Dieser zeigte etwa 1 cm von der Impfstelle bis zum vorderen Pol eine

starke Vorwölbung des ganzen Leibes. Bei Berührung schien dieser Teil unempfindlich zu sein. Auch die caudale Partie war geschwollen. Ein Ausstrichpräparat aus der Mitte der vorderen Anschwellung ergab einzelne Tuberkelbazillen neben vielen anderen Bakterien verschiedener Art. Den makroskopisch nicht veränderten Teil des Wurmes legte ich zur mikroskopischen Untersuchung ein; diese ergab im Schnittpräparat nur sehr wenige säurefeste Stäbchen. Ich verwendete Paraffineinbettung, färbte mit Anilinfuchsin; zur Entfärbung diente 1%iger salzsaurer Alkohol nach Herzog, zum Nachfärben 1% wässriges Methylenblau.

Der weitere Verlauf der Untersuchungen gestaltete sich folgendermaßen:

17. IV. Alle mit Froschtbc. geimpften Tiere sind jetzt eingegangen. Im Ausstrich bei allen reichlich Tuberkelbazillen.

1. V. Auch die im Aufguß von Froschtuberkulose lebenden Würmer sind alle ad exitum gekommen. Im Ausstrich aus dem Körper nach Entfernung des Darmkanals, also innerhalb des Körperparenchyms, waren bei den meisten Bazillen zu finden.

13. V. Alle mit menschlicher Tuberkulose infizierten Tiere, sowohl die geimpften als die begossenen sind noch am Leben. Bei der an einzelnen vorgenommenen Untersuchung sind sowohl im Ausstrich als in der Kultur keine Tuberkelbazillen zu finden.

Aus dieser Beobachtung ergibt sich, daß die Würmer einer Infektion mit menschlicher Tuberkulose gegenüber fast völlig immun waren. Trotz hoher Dosen widerstanden die Tiere der Infektion vollständig (mit Ausnahme eines einzelnen, schon bei der Impfung wenig lebenskräftigen Exemplars). Demgegenüber war die Wirkung der Froschtuberkulose eine ausgesprochen letale. Durch die Verwendung dieser Tub.-Bazillen wurden alle dazu gebrauchten Würmer in 3—4 Wochen

zum Tode gebracht, wobei die geimpften schneller eingingen als diejenigen, die den Virus spontan per os mit der Nahrung aufnahmen. Bei diesen Versuchen waren alle Tiere in steriler Erde gehalten worden.

Am 16. V. wurde nunmehr eine neue Versuchsreihe mit natürlicher, nicht sterilisierter Erde angelegt und dabei frische, nicht durch Fließpapier gereinigte Würmer verwendet. Es war zu erwarten, daß unter diesen natürlicheren Lebensbedingungen die Würmer bedeutend resistenter gegen bakterielle Schädigungen sein würden, eine Annahme, die durch die Versuche auch bestätigt wurde. Ich verrieb wiederum Serulkulturen von virulenter menschlicher und Froschtuberkulose mit physiologischer Kochsalzlösung und verwendete davon eine größere Menge. In jeden Topf wurden diesmal 12 kräftige, frisch ausgegrabene Würmer gesetzt. Eine direkte Infektion durch Impfung wurde diesmal nicht vorgenommen. Alle diese Würmer, sowohl die mit menschlicher, als die mit Froschtbc. behandelten waren am 1. VI. noch lebend und frisch, ebenso bei späteren Besichtigungen. Die Ernährung fand auch hier mit frischen Salatblättern statt. Die vom ersten Versuch noch übrigen, mit menschlicher Tuberkulose infizierten Tiere gingen inzwischen nach und nach zu Grunde. Bei keinem dieser Würmer konnten trotz vieler Präparate Tub.-Bazillen gefunden werden. Der Tod erfolgte demnach jedenfalls nicht an Tuberkulose.

Da die am 17. V. infizierten Würmer keinerlei Bakterienwirkung aufwiesen, wurde die Infektion am 20. VI. wiederholt. Von den mit Froschtbc. begossenen Wurmern tötete ich ein Exemplar am 20. VI. durch Chloroformdämpfe und bettete ihn zur mikroskopischen Untersuchung in Paraffin ein. Das Schnittpräparat nach der oben beschriebenen Färbung ließ erkennen,

welch große Massen von Bazillen der Wurm in sich aufgenommen hatte. Sowohl in der Leibeshöhle, als auch namentlich in den Exkretionsorganen, den Nephridien, waren zahlreiche säurefeste Bakterien vorhanden, die teilweise deutlich innerhalb der Zellen lagen. In den Nephridien sah man auch Zerfallsformen der Bakterien und vollständig zu Detritus umgewandelte Haufen, besonders in den Wimperkanälen. Auch in vielen Leukocyten bemerkte man Froschtbc.; von einer spezifischen Wirkung, also einer lokalen Tuberkelbildung war in den zahlreichen durchmusterten Schnitten nichts zu bemerken; es war dies auch gar nicht zu erwarten, da auch bei Fröschen nur nach sehr langer Dauer Tuberkeleruption auftritt. Trotz wiederholten Begießens mit Bazillenaufschwemmung blieben die Würmer weiterhin alle am Leben. Am 15. VIII. tötete ich je einen der mit Menschen- und Froschtuberkulose infizierten mittels Einlegen in Alkohol und stellte von beiden Paraffinpräparate her. Die Untersuchung hatte inbezug auf das Vorhandensein von Tuberkelbazillen ein negatives Resultat. In den Präparaten des mit Froschtuberkulose infizierten Tieres fanden sich wohl rotgefärbte Detritusmassen, aber kein einziger, deutlich gefärbter und mit Sicherheit als solcher zu erkennender Tuberkelbazillus. Der Organismus des Regenwurmes hatte sich offenbar der in den Körper eingedrungenen Tuberkelbazillen zu erwehren vermocht. Die Tuberkelbazillen sind wahrscheinlich unter den angewandten Versuchsbedingungen nicht imstande, gegen die im Darmkanal der Regenwürmer immer vorhandenen und adaptierten gewöhnlichen Erdbakterien aufzukommen und spezifische krankmachende Wirkung zu entfalten; auch hat bei den Würmern die besonders lebhafte phagocytorische Tätigkeit der Leukocyten jedenfalls mitgewirkt, die Tuberkelbazillen unschädlich zu machen. In den Präparaten

waren im Übrigen zahlreiche andere Bakterien vorhanden, die natürlich morphologisch im Ausstrich nicht weiter unterschieden werden konnten. Doch waren auch charakteristische Tetanusbazillen im mikroskopischen Bilde erkennbar. Endlich fertigte ich auch von den verschieden behandelten Regenwürmer Organverreibungen und Ausstriche an, welche letztere ich durch Färbung nach Koch-Ehrlich auf Tuberkelbazillen untersuchte; es fanden sich bei den mit menschlicher Tuberkulose infizierten keinerlei Säurefeste, bei Würmern, die mit *Typus ranarum* infiziert waren einzelne zerstreute in geringer Anzahl.

Ein Rückblick über die Versuche mit Regenwürmern läßt den Schluß zu, daß der menschliche Tuberkelbazillus für Regenwürmer unter keinen Umständen, weder bei direkter Impfung, noch bei Verfütterung tödlich ist, während der Kaltblüterbazillus sich im Körper des Wurmes zu vermehren imstande ist und unter bestimmten Bedingungen hochvirulente Eigenschaften für *Lumbricus* entwickelt. Die Entfaltung einer solchen hohen pathogenen Wirksamkeit der Froschtuberkulose im Körper des Regenwurms war dann gegeben, sobald durch Ausschluß oder Veränderung der normalen Darmflora die natürlichen Antagonisten beseitigt waren.

Zur gleichen Zeit mit den Untersuchungen an Würmern wurden auch Versuche an Schnecken gemacht. Ich verwendete dazu die hier im Walde gemeinen roten und schwarzen Waldschnecken (*Arion rufus* und *empiricorum*). Die beiden leicht von einander zu unterscheidenden Arten benützte ich in der Weise, daß ich die roten Schnecken mit Tub.-Bazillen impfte und die schwarzen Exemplare ungeimpft unter denselben Bedingungen mit ihnen in einem Käfig zusammen hielt; wir erwarteten, daß die roten Schnecken die eingebrachten Bazillen wenigstens zum Teil wieder aus-

scheiden würden und daß die nicht geimpften sich durch deren Aufnahme infizieren könnten, eine Vermutung, die wir wiederholt bestätigt fanden. Die Impftiere wurden natürlich in örtlich getrennten, vorher desinfizierten Käfigen gehalten, so daß jede Mischinfektion zwischen den beiden Arten der Tuberkulose ausgeschlossen erscheint. Als Futter wurden abgewaschene Salatblätter und frisch ausgestochene Grasrasen gereicht. Durch wiederholte Anfertigung von Präparaten wurde ausgeschlossen, daß im Körper der noch nicht infizierten Schnecken oder in der ihnen gereichten Nahrung säurefeste Stäbchen vorhanden waren.

Mit beiden Arten der Tuberkulose wurden nun je etwa 20 rote Schnecken geimpft und ebensoviele schwarze zur Aufklärung der natürlichen Infektionsverhältnisse dazu gesetzt. Zur Impfung wurden wie früher virulente Kulturen von menschlicher und Froschtuberkulose verwendet. Da die Erfahrung lehrt, daß Kaltblütertuberkelbazillen in Kultur rasch eine Abschwächung ihrer Virulenz erfahren, infizierte ich zur Erneuerung der Virulenz 3 gesunde Frösche mit Froschtuberkulose. Diese Tiere gingen nach wenigen Tagen an den bekannten Erscheinungen zugrunde. Aus ihren Lebern erhielt ich dann frische hochvirulente Kulturen.

Jeder roten Schnecke wurde etwa $\frac{1}{2}$ ccm der milchigen Bakterienemulsion in die Leibeshöhle eingespritzt. Diese Infektion erfolgte am 5. VI. Am 15. VI. waren die Schnecken alle noch am Leben, wenn auch teilweise etwas hinfällig und offenbar erkrankt. In der nächsten Zeit gingen aber die mit Froschtuberkulose infizierten alle ein, so daß zu Beginn des Juli keine mehr am Leben war. Die Untersuchung auf Bazillen, die bei allen vorgenommen wurde, ergab bei den meisten im Ausstrichpräparat, namentlich aus der Leber, zahlreiche zum Teil in Haufen zusammen liegende, zum Teil einzelne Tuberkelbazillen. Auch in der Lunge

waren bei vielen Bakterien in großer Zahl nachzuweisen. Bei einzelnen Tieren dagegen waren in allen Präparaten nur wenige und vereinzelt säurefeste Stäbchen zu finden. Die schwarzen, nicht geimpften Schnecken waren zu dieser Zeit noch alle am Leben, ebenso alle, die der Infektion mit menschlicher Tuberkulose ausgesetzt waren. Da die Temperaturverhältnisse des diesjährigen Sommers offenbar für das Halten der Schnecken ungünstig waren, so gingen nachträglich eine Anzahl sowohl der infizierten, als auch der Kontrolltiere, die in besonderen Käfigen bei gleichem Futter gehalten wurden, ein. Bei den eingegangenen Tieren, welche mit menschlicher Tuberkulose geimpft waren, wurden wiederholt bei einzelnen in der Leber, bei anderen in der Lunge oder im Darm durch Ausstrichpräparate vereinzelt Tub.-Bakterien nachgewiesen. Gegen die Einwirkung menschlicher Tuberkelbazillen erschienen die Schnecken weit widerstandsfähiger, als gegen Kaltblütertuberkulose. Von den nicht geimpften, im Froschtuberkulose-Käfig gehaltenen schwarzen Schnecken zeigte eine im Ausstrichpräparat aus dem Abdomen Tuberkelbazillen, die wohl auf dem oben erwähnten Wege per os aufgenommen worden waren. Im Verlauf des Monats Juli gingen auch die anderen infizierten Tiere nach und nach ein, ohne bemerkenswerte Befunde zu zeigen, ebenso ein Teil der nicht infizierten; die Mehrzahl der nicht infizierten Tiere, sowie die meisten Kontrolltiere blieben dauernd lebend und anscheinend auch gesund.

Am 26. Juli wurden neue rote Waldschnecken gefangen und ebenfalls in der mehrfach beschriebenen Weise mit menschlicher und Froschtuberkulose geimpft. Sie wurden in gleicher Weise gehalten wie die beim ersten Versuch verwendeten, und täglich sowohl der Sandboden des Behälters als die gereichten Futtermittel mit frischem Wasser besprengt. Am 31. VII.

waren diese Schnecken noch alle am Leben; am folgenden Tag ging die erste ein, und zwar ein Exemplar, welches mit Froschtuberkulose geimpft war. Bei der Sektion fand sich in größerer Menge eine trübe Flüssigkeit in der Leibeshöhle, die reichlich Tuberkelbazillen enthielt. Auch in der Leber waren zahlreiche säurefeste Stäbchen zu finden. Makroskopische lokale Veränderungen waren an dieser Schnecke nicht zu finden, ebensowenig wie an allen anderen, die vorher oder später zur Sektion kamen. In den folgenden Tagen ging eine größere Anzahl der mit Froschtuberkulose geimpften Weichtiere ein. Eines dieser hatte in der Mantelhöhle, ziemlich weit entfernt von der Impfstelle, einen großen Eiterherd, der zahlreiche Leukocyten und Tuberkelbazillen enthielt, die zum Teil innerhalb der Zellen gelegen waren. Bei diesem Tier waren auch in der Lunge und in anderen Organen viele Tub.-Bazillen vorhanden, so daß sicher eine Vermehrung der eingebrachten Bakterien eingetreten war. Auch eine Anzahl der mit menschlicher Tuberkulose infizierten Schnecken gingen ein; bei der Untersuchung ließen sich nur bei längerem Suchen im Ausstrichpräparat Tub.-Bazillen nachweisen.

Von den zu Anfang Juni eingefangenen schwarzen Schnecken, die der spontanen Infektion mit Tub.-Bazillen ausgesetzt waren, waren Mitte August noch einige lebend. Ich tötete eine derselben mit Chloroform und fand beim Untersuchen in der Lunge einige deutliche säurefeste Stäbchen. Die inneren Organe wurden daraufhin zur mikroskopischen Untersuchung eingebettet. Die Färbung der Schnittpräparate auf Tuberkulose ergab: In der Darmwandung deutlich rot gefärbte säurefeste Bakterien; in der Lunge keine sicheren Tub.-Bazillen, nur rotgefärbter Detritus nachweisbar.

Eine zur gleichen Zeit untersuchte rote Schnecke,

welche ebenfalls vor 10 Wochen, aber mit Kaltblütertuberkelbazillen geimpft war, zeigte große Mengen von Tub.-Bazillen in allen Organen, besonders in Lunge und Leber. Vielfach sah man dabei die Bazillen zu großen Haufen zusammenliegen. An einzelnen Stellen waren um die Bazillenhaufen Andeutungen einer bindegewebigen Abkapselung zu sehen. Jedenfalls hatten sich die eingeimpften Bazillen sehr stark vermehrt. Die Eingeweide eines derartigen Tieres zur Untersuchung eingebettet, hatte folgendes Resultat:

In einigen Schnitten waren in den Lungen deutlich die oben beschriebenen Bakterienhaufen zu sehen. Bei anderen Schnitten wieder waren nur mit Mühe vereinzelte Bazillen aufzufinden; die wenigsten Bazillen wurden im Leberschnitt gefunden. Die untersuchte Schnecke wäre wohl noch längere Zeit am Leben geblieben; sie war auch beim Töten noch sehr kräftig und lebhaft.

Wenn ich meine Beobachtungen über das Verhalten der Schnecken gegenüber den beiden Arten der Tuberkelbazillen zusammenfasse, so hat sich ergeben, daß sich ein großer Unterschied in der Reaktion bei Infektion mit virulenten Keimen des *Typus humanus* und *Typus ranarum* nachweisen ließ. Während die Bazillen vom *Typus ranarum* meist eine starke Vermehrung im Körper der Weichtiere erfuhren, war dies bei der Warmblütertuberkulose in keinem Fall zu bemerken. Wenn ich auch auf Grund meiner Versuche nicht die Behauptung aufstellen kann, daß diese Form der Tuberkulose für Schnecken unter keinen Umständen pathogen ist, so ist es doch deutlich, daß der Kaltblütterbazillus eine weit stärkere Einwirkung ausübt und in viel kürzerer Zeit den Tod der infizierten Tiere herbeiführt. Es läßt sich auch nicht verkennen, daß der Organismus der Weichtiere bakteriellen Einflüssen gegenüber weniger resistent ist, als der der Würmer.

Man kann wohl annehmen, daß die Regenwürmer durch ihre stete Berührung mit den Mikroorganismen, die mit ihrer Erdnahrung in ihren Körper aufgenommen werden, sich diesen so angepaßt haben, daß die normalen Erdbakterien gleichzeitig auch ihre normale Darmflora darstellen, und daß also deshalb der bekannte Antagonismus der Bodenbakterien gegen pathogene Keime auch im Darmkanal der Würmer vor sich geht.

Die Sommertemperatur, unter der die Schnecken während der Versuche lebten, war so hoch, daß an und für sich das Wachstum der an Warmblüter adaptierten Tuberkelbazillen im Körper der Schnecken wohl möglich gewesen wäre.¹ Trotz diesem günstigen Umstand aber trat die Vermehrung der menschlichen Tuberkelbazillen nicht ein.

Um noch weitere Kaltblüterarten in den Bereich meiner Untersuchungen zu ziehen, stellte ich auch Versuche mit den Larvenstadien von Fröschen, den sogenannten Kaulquappen und von Kröten an. Diese Larven gehören in ihrer ersten Lebenszeit auch zu den wirbellosen Lebewesen und bieten mit diesen manche Ähnlichkeit. Diese Quappen waren in den Tümpeln der Umgebung leicht zu fangen. Das Studium der Tuberkulose bei diesen Tieren war von besonderem Interesse, weil gerade im hiesigen hyg. Univ.-Institut über die Erkrankung bei den Fröschen ausgedehnte Untersuchungen von Küster und anderen gemacht worden waren. Wie schon früher erwähnt, hatte Küster versucht, bei Kaulquappen experimentell durch Verfütterung von Reinkulturen Tuberkulose zu erzeugen. Es war ihm aber unter den damaligen Bedingungen nicht gelungen, irgendwelche Zeichen stattgehabter Infektion nachzuweisen. Um dieses von andern

¹ Meier, Wachstum von Tuberkelbazillen auf vegetabilischen Nährböden. Diss. Fbg. 1903.

Kaltblütern durchaus abweichende Verhalten dieser Quappenart aufzuklären, wurden die hier zu beschreibenden weiteren Versuche unternommen.

Eine größere Anzahl von Froschlarven wurden in großen Glasaquarien gehalten. Der Boden der Gefäße wurde mit feinem Sand und darüber frischen grünen Algenmassen bedeckt. Der Inhalt des Behälters, Wasser wie Bodenbelag, wurde wiederholt im Ausstrichpräparat und kulturell auf das Vorhandensein von Säurefesten untersucht: das Resultat war stets negativ. Ich legte drei solcher Aquarien an. Die in dem ersten befindlichen Tiere dienten zur Kontrolle. Die anderen Gefäße wurden infiziert und zwar mit dichten Emulsionen von Serumkultur virulenter Tub. Bazillen, welche in das Aquariumwasser eingegossen wurden; Behälter Nr. 2 enthielt menschliche, Behälter Nr. 3 Froschtuberkelbazillen. Unter den zum Versuch verwendeten Tieren befanden sich Larven aller Entwicklungsstadien, von ganz kleinen bis zu großen, fast fertig entwickelten. Die erstmalige Infektion erfolgte am 5. Juni. In der folgenden Zeit wurde täglich längere Zeit mittels einer Wasserluftpumpe frische Luft durch die Gefäße durchgeblasen, um dem Wasser den für das Leben der Insassen unbedingt nötigen Sauerstoff immer wieder zuzuführen, da eine Erneuerung des verbrauchten Wassers durch frisches bei der gewählten Versuchsanordnung unpraktisch und auch mit einer beträchtlichen Infektionsgefahr verbunden gewesen wäre. Die eingegangenen Tiere wurden sofort entfernt, da sie sonst alsbald nach ihrem Tode von ihren Genossen aufgefressen und meist in wenigen Stunden vollständig vertilgt werden. Es zeigte sich aber bald, daß es trotz aller Solgfalt sehr schwer war, die Kaulquappen in der Gefangenschaft lange Zeit zu halten. Denn nicht nur die infizierten Tiere gingen bald zugrunde, sondern auch viele der nicht

infizierten Kontrolltiere. Es konnte aber dennoch mit Sicherheit konstatiert werden, daß zwischen der Wirkung der menschlichen und der Froschtuberkulose ein großer Unterschied bestand. Während nämlich die Tiere des Aquariums, welches mit Kaltblütertuberkulose verseucht war, sämtlich sehr rasch eingingen, sodaß am 25. VI. kein einziges mehr am Leben war, starben von den mit menschlicher Tuberkulose infizierten nur die schwächeren, während die stärkeren alle lange Zeit lebend blieben. Schon nach dieser Beobachtung konnte man vermuten, daß die Warmblütertuberkulose für diese Tiere nicht pathogen sei, da ja auch die Kontrolltiere in der Gefangenschaft ebensogroße Sterblichkeit aufwiesen. Ich untersuchte die eingegangenen Tiere durch Ausstrichpräparate auf das Vorhandensein von Tub. Bazillen. Bei den mit Froschtuberkulose vergifteten Quappen gelang es in fast allen Fällen die zur Infektion verwandten Bakterien, sowohl in der freien Leibeshöhle — bei unverletztem Darmtractus — als in der Leber zu finden, und zwar bei einzelnen in sehr großer Anzahl. Bei den mit humaner Tuberkulose infizierten Tieren fanden sich nur selten und nur vereinzelte Tuberkelbazillen, bei den öfters untersuchten Kontrolltieren wurden niemals säurefeste Bazillen gefunden. Am 19. VI., 14 Tage nach stattgehabter Infektion legte ich von den eingegangenen Quappen aus Aquarium No. 2 zwei Tiere zur mikroskopischen Untersuchung ein. In den Schnitten fand ich sowohl in der Bauchhöhle säurefeste Stäbchen als auch in der Leber und in einigen andern Organen. Diese Bakterien lagen teils in Haufen beisammen innerhalb und außerhalb der Zellen, teils waren sie nur einzeln zu finden. Die Anzahl der gefundenen Bazillen war so groß, daß beim Fehlen anderweitigen Mikroorganismen durch die Menge der vorhandenen spezifischen Keime der Tod der Tiere wohl erklärt wurde.

Nachdem in den letzten 14 Tagen von den mit menschlicher Tuberkulose übergossenen Tieren kein einziges mehr ad exitum gekommen war, wiederholte ich die Infektion von Aquarium Nr. 3 mit Reinkulturen dieses Typus am 3. VII. Auch diese zweite Infektion war erfolglos, obwohl ich wiederholt beobachten konnte, wie die Frösche die eingeworfenen Kulturbröckel von menschlichen virulenten Tuberkelbazillen gierig auf fraßen. Es gingen nun in den folgenden Wochen die Tiere allmählich ein, boten aber keinerlei (weder makroskopisch noch mikroskopisch) Zeichen einer Tuberkuloseerkrankung. Ich bemerkte im Verlauf meiner Untersuchungen auch des öftern, daß die ausgewachsenen Frösche noch weit schwerer zu halten waren, als die Larven. Diese letzteren konnten durch Algen, die in genügender Menge zu bekommen waren, gefüttert werden, während die entwickelten Tiere frische animalische Nahrung verlangten, eine Fütterung, die bei der großen Zahl der Tiere nicht durchführbar war. Auch die Widerstandskraft gegenüber der Bazillenwirkung schien bei den meist großen und starken Larven höher zu sein, als bei den eher kleineren ausgebildeten Fröschen; als besonders resistent erwiesen sich einzelne, die mit den Froschkaulquappen zum Versuch gedient hatten.

Um zu sicheren Resultaten zu gelangen, wiederholte ich sämtliche Versuche mit Kaulquappen noch einmal. Durch einen Zufall beim Einfangen bekam ich diesmal nur Larvenstadien einer Krötenart, der sogenannten Geburtshelferkröte (*Alytes obstetricans*). Diese *Alytes* nimmt zoologisch eine Mittelstellung zwischen den eigentlichen Kröten und den Fröschen ein und war insofern also für meine Versuche ebenfalls ganz geeignet. Die Infektion fand in der gewohnten Weise statt. Die Versuche begannen am 11. Juli. Zur Fütterung dienten wiederum Algenmassen.

Die Krötenlarven ließen sich verhältnismäßig leicht am Leben erhalten, wodurch natürlich das ganze Experiment ein viel übersichtlicheres Bild darbot. Am 20. Juli ging das erste Tier ein und zwar ein an Froschtuberkulose erkranktes. Ein Ausstrichpräparat zeigte in der Leber einzelne Bazillen. In den folgenden Tagen gingen mehrere Tiere aus dieser Gruppe ein und nur ein Exemplar aus der Serie mit menschlicher Tuberkulose. Das letztere enthielt keinerlei säurefeste Bakterien in den untersuchten Organen. Bei einer schon wohl entwickelten Kröte des Froschtuberkuloseaquariums untersuchte ich auch das Blut aus dem Herzen und fand darin eine Anzahl Tuberkelbazillen. Die Anzahl des bei den verschiedenen Tieren derselben Serie nachgewiesenen Tuberkulose-Frosch-Bazillen schwankte in ziemlich weiten Grenzen. In den folgenden Wochen gingen weiterhin reichlich Tiere aus Aquarium Nr. 2, wenige aus Nr. 1 und Nr. 3 ein; der Untersuchungsbefund bot nichts Neues. Zu Beginn des Monats August waren die der Infektion mit Froschtuberkulose ausgesetzten Tiere zumeist eingegangen; sie alle beherbergten in der Leber und teilweise auch in anderen Organen säurefeste Bakterien, Bei keinem der zahlreichen untersuchten Tiere konnte ich bei makroskopischer Beobachtung spezifische Veränderungen, tuberkulöse Herde finden. Die Mitte August noch lebenden wenigen Tiere in dem mit Froschtuberkulose verseuchten Aquarium, wurden zwecks Untersuchung getötet; in ihnen waren nur wenige säurefeste Bakterien zu finden. Man darf wohl annehmen, daß diese Tiere dem Krankheitsvirus gegenüber weitgehend resistent waren. In den Organen dieser Tiere waren auch öfters nur noch sehr schwach rot gefärbte Stäbchen zu finden, die den Eindruck der Degeneration machten; außerdem säurefeste Detritusmassen. Diese überlebenden Tiere waren also wohl

als Sieger aus dem Kampf gegen die Tuberkulose hervorgegangen. Die mit menschlicher Tuberkulose infizierten Tiere zeigten trotz häufiger Untersuchung nur in vereinzelter Fällen das Vorhandensein einer geringen Anzahl von Tuberkelbazillen. Zum Abschluss meiner Untersuchungen bettete ich noch von beiden Sorten der Versuchstiere je ein entwickeltes Tier und eine Quappe zwecks mikroskopischer Untersuchung in Paraffin ein. Die Schnittfärbung auf Tuberkelbazillen hatte hier folgendes Ergebnis: Die mit Froschtuberkulose infizierten Tiere boten in sämtlichen Schnitten ein deutliches Krankheitsbild. Auf allen Leberschnitten waren diese Stäbchen zu kleinen Haufen vereinigt, anderwärts wieder nur einzeln gelegen. Auch die Darmwand war an einigen Stellen deutlich von den Bazillen durchsetzt; andere waren in der freien Bauchhöhle zu finden und wieder andere im Darminhalt. Bei den Tieren, die der Infektion mit menschlicher Tuberkulose ausgesetzt gewesen waren, machte das Auffinden säurefester Stäbchen große Mühe. Erst nach langem Suchen und Durchmustern zahlreicher Schnitte fanden sich einige sichere Tuberkelbazillen in verschiedenen Organen der Bauchhöhle. In der Lunge dieser Frösche gelang es mir in keinem Fall Bakterien zu finden.

Bei all den zahlreichen untersuchten Schnitten war ich nirgends in der Lage, irgendwelche sichere Zeichen einer lokalen Reaktion des Gewebes auf die Invasion der Tuberkelbazillen zu finden, nirgends eine beginnende Tuberkelbildung, wie sie bei tuberkulöser Erkrankung warmblütiger Tiere so früh auftreten. Vielleicht war die Dauer meiner Beobachtung nicht lang genug — diese erstreckte sich über mehr als 5 Monate — nicht lang genug, um diese Gewebsveränderung bei den benützten Kaltblütern in Erscheinung treten zu lassen.

Die Resultate meiner Untersuchungen kann ich folgendermaßen zusammenfassen:

Es besteht ein deutlicher Unterschied in der Wirkung von Tub.-Bazillen des Typus humanus und des Typus ranarum auf den Organismus von Würmern, Schnecken und Kaulquappen.

Die Froschtuberkulose führt bei direkter Einimpfung in den Körper der Versuchstiere bei reichlicher Bazillenvermehrung in kurzer Zeit zum Tode.

Bei Aufnahme per os ist die Wirkung des Kaltblütertuberkelbazillus eine weniger rasche und weniger sichere.

Menschliche Tuberkulose führte bei keinem der Versuchstiere weder bei Einimpfung noch bei natürlicher Infektion sichtbare Veränderungen im Tierkörper oder auch den Tod herbei.

Froschtuberkulosefütterung bedingt bei Regenwürmern dann den Tod der Tiere, wenn abnorme Bakterienverhältnisse im Darmkanal gegeben waren, während Schnecken und Kaulquappen auch unter natürlichen Verhältnissen der Infektion per os erlagen. Im allgemeinen ergab sich, daß die Kaltblüter gegen die Infektion mit Froschtuberkelbazillen um so weniger widerstandsfähig waren, je höher entwickelt ihr Organismus ist; Würmer waren resistenter als Schnecken und diese wiederum resistenter als Kaulquappen.

Literatur.

1. Cuénot, Etudes physiologiques sur les Oligochètes. Archiv de biolog. Bd. 15.
 2. Fraser, Charles, The possible importame of Earth-Worm as a Factor in the spread of disease. Lancet 1906. Nr. 4326.
 3. Kirchner, Zentralblatt für Bakteriologie. XII. pag. 36.
 4. Kükenenthal, Zoologisches Praktikum. Jena, Fischer.
 5. Küster, Über Kaltblütertuberkulose. Habilitationsschrift. Leipzig 1905.
 6. Lortet et Despeignes, Les Vers de terre et les Bacilles de la tuberculose. Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences, Bd. 114, pag. 186.
 7. Lortet et Despeignes, Vers de terre et tuberculose. C.-R. Bd. 115, pag. 66.
 8. Metalnikoff, Die Tuberkulose bei der Bienenmotte. Zentralbl. f. Bakter. Bd. 41, Heft 1.
 9. Pasteur, Sur l'étiologie du Charbon. C.-R. Bd. 91, pag. 92.
 10. Schneider, Camillo, Lehrbuch der vergleich. Histologie der Tiere.
 11. Schottelius, Bedeutung der Darmbakterien für die Ernährung. Archiv f. Hyg. Bd. 34 u. 42.
 12. Schottelius, Temperatursteigerung in beerdigten Phtisikerlungen. Zentralbl. f. Bakter. Bd. VIII.
-

Lebenslauf.

Verfasser dieser Arbeit, Samuel Moses, geboren am 5. Dezember 1882, besuchte die Volksschule und das Gymnasium zu Lörrach. Seine medizinischen Studien absolvierte er zu Freiburg, München und Berlin. In Freiburg bestand er Februar 1904 die ärztliche Vorprüfung und am 16. November 1906 die Staatsprüfung. Seiner Dienstpflicht mit der Waffe genügte er bei der 1. Kompanie des 5. bad. Infanterieregiments in Freiburg i. Br. vom 1. April bis 1. Oktober 1904.

Zum Schluß meiner Abhandlung ist es mir eine angenehme Pflicht, meinem hochgeschätzten Lehrer, Herrn Geheimrat Schottelius für die freundliche Anregung zum Thema und interessevolle Teilnahme am Fortschreiten meiner Untersuchungen, sowie Herrn Privatdozent Dr. Küster für die jederzeit bereitwillig gewährte Unterstützung meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.



15811