

Die Ätiologie der Tuberkulose.¹⁾

(Nach einem in der Physiologischen Gesellschaft zu Berlin am 24. März 1882 gehaltenen Vortrage.)

Von

Dr. R. Koch,

Regierungsrat im Kaiserl. Gesundheitsamt.

Die von *Villemin* gemachte Entdeckung, daß die Tuberkulose auf Tiere übertragbar ist, hat bekanntlich vielfache Bestätigung, aber auch anscheinend wohlbegründeten Widerspruch gefunden, so daß es bis vor wenigen Jahren unentschieden bleiben mußte, ob die Tuberkulose eine Infektionskrankheit sei oder nicht. Seitdem haben aber die zuerst von *Cohnheim* und *Salomonsen*, später von *Baumgarten* ausgeführten Impfungen in die vordere Augenkammer, ferner die Inhalationsversuche von *Tappeiner* und anderen die Übertragbarkeit der Tuberkulose gegen jeden Zweifel sichergestellt und es muß ihr in Zukunft ein Platz unter den Infektionskrankheiten angewiesen werden.

Wenn die Zahl der Opfer welche eine Krankheit fordert, als Maßstab für ihre Bedeutung zu gelten hat, dann müssen alle Krankheiten, namentlich aber die gefürchtetsten Infektionskrankheiten, Pest, Cholera usw. weit hinter der Tuberkulose zurückstehen. Die Statistik lehrt, daß $\frac{1}{7}$ aller Menschen an Tuberkulose stirbt und daß, wenn nur die mittleren produktiven Altersklassen in Betracht kommen, die Tuberkulose ein Drittel derselben und oft mehr dahinrafft. Die öffentliche Gesundheitspflege hat also Grund genug, ihre Aufmerksamkeit einer so mörderischen Krankheit zu widmen, ganz abgesehen davon, daß noch andere Verhältnisse, von denen nur die Beziehungen der Tuberkulose zur Perlsucht erwähnt werden sollen, das Interesse der Gesundheitspflege in Anspruch nehmen.

Da es nun zu den Aufgaben des Gesundheitsamtes gehört, die Infektionskrankheiten vom Standpunkte der Gesundheitspflege aus, also in erster Linie in bezug auf ihre Ätiologie, zum Gegenstand von Ermittlungsarbeiten zu machen, so erschien es als eine dringende Pflicht, vor allem über die Tuberkulose eingehende Untersuchungen anzustellen.

Das Wesen der Tuberkulose zu ergründen, ist schon wiederholt versucht, aber bis jetzt ohne Erfolg. Die zum Nachweis der pathogenen Mikroorganismen so vielfach bewährten Färbungsmethoden haben dieser Krankheit gegenüber im Stich gelassen und die zum Zwecke der Isolierung und Züchtung des Tuberkelvirus angestellten Versuche konnten bis jetzt nicht als gelungen angesehen werden, so daß *Cohnheim* in der soeben erschienenen neuesten Auflage seiner Vorlesungen über allgemeine Pathologie „den direkten Nachweis des tuberkulösen Virus als ein bis heute noch ungelöstes Problem“ bezeichnen mußte.

¹⁾ Aus Berliner klinische Wochenschrift, 1882, Nr. 15. Verlag von August Hirschwald, Berlin.

Bei meinen Untersuchungen über die Tuberkulose habe ich mich anfangs auch der bekannten Methoden bedient, ohne damit eine Aufklärung über das Wesen der Krankheit zu erlangen. Aber durch einige gelegentliche Beobachtungen wurde ich dann veranlaßt, diese Methoden zu verlassen und andere Wege einzuschlagen, die schließlich auch zu positiven Resultaten führten.

Das Ziel der Untersuchung mußte zunächst auf den Nachweis von irgendwelchen, dem Körper fremdartigen, parasitischen Gebilden gerichtet sein, die möglicherweise als Krankheitsursache gedeutet werden konnten. Dieser Nachweis gelang auch in der Tat durch ein bestimmtes Färbungsverfahren, mit Hilfe dessen in allen tuberkulös veränderten Organen charakteristische, bis dahin nicht bekannte Bakterien zu finden waren. Es würde zu weit führen, den Weg auf welchem ich zu diesem neuen Verfahren gelangte, zu schildern und ich will deswegen sofort zur Beschreibung desselben übergehen.

Die Untersuchungsobjekte werden in der bekannten, für Untersuchungen auf pathogene Bakterien üblichen Weise vorbereitet und entweder auf dem Deckglas ausgebreitet, getrocknet und erhitzt, oder nach Erhärtung in Alkohol in Schnitte zerlegt. Die Deckgläschen oder Schnitte gelangen in eine Farblösung von folgender Zusammensetzung: 200 ccm destillierten Wassers werden mit 1 ccm einer konzentrierten alkoholischen Methylenblaulösung vermischt, umgeschüttelt und erhalten dann unter wiederholtem Schütteln noch einen Zusatz von 0,2 ccm einer 10% Kalilauge. Diese Mischung darf selbst nach tagelangem Stehen keinen Niederschlag geben. Die zu färbenden Objekte bleiben in derselben 20 bis 24 Stunden. Durch Erwärmen der Farblösung auf 40° C im Wasserbad kann diese Zeit auf $\frac{1}{2}$ bis 1 Stunde abgekürzt werden. Die Deckgläschen werden hierauf mit einer konzentrierten wäßrigen Lösung von Vesuvin, welche vor jedesmaligem Gebrauche zu filtrieren ist, übergossen und nach ein bis zwei Minuten mit destilliertem Wasser abgespült. Wenn die Deckgläschen aus dem Methylenblau kommen, sieht die ihnen anhaftende Schicht dunkelblau aus und ist stark überfärbt, durch die Behandlung mit dem Vesuvin geht die blaue Farbe derselben verloren und sie erscheint schwach braungefärbt. Unter dem Mikroskop zeigen sich nun alle Bestandteile tierischer Gewebe, namentlich die Zellkerne und deren Zerfallsprodukte braun-, die Tuberkelbakterien dagegen schön blaugefärbt. Auch alle anderen bis jetzt von mir daraufhin untersuchten Bakterien, mit Ausnahme der Leprabazillen, nehmen bei diesem Färbungsverfahren eine braune Farbe an. Der Farbenkontrast zwischen dem braungefärbten Gewebe und den blauen Tuberkelbakterien ist so auffallend, daß letztere, welche oft nur in sehr geringer Zahl vorhanden sind, trotzdem mit der größten Sicherheit aufzufinden und als solche zu erkennen sind.

Ganz ähnlich sind die Schnitte zu behandeln. Sie werden aus der Methylenblaulösung in die filtrierte Vesuvinlösung gebracht, bleiben darin 15 bis 20 Minuten und werden dann in destilliertem Wasser solange gespült, bis die blaue Farbe geschwunden und eine mehr oder weniger stark braune Tinktion zurückgeblieben ist. Hiernach entwässert man sie mit Alkohol, hellt sie in Nelkenöl auf und kann sie sofort in dieser Flüssigkeit mikroskopisch untersuchen oder auch schließlich in Kanadabalsam einlegen. In diesen Präparaten erscheinen ebenfalls die Gewebsbestandteile braun- und die Tuberkelbakterien lebhaft blaugefärbt.

Übrigens sind die Bakterien nicht etwa ausschließlich mit Methylenblau zu färben, sondern sie nehmen mit Ausnahme von braunen Farbstoffen auch andere Anilinfarben unter der gleichzeitigen Einwirkung von Alkalien auf, doch fällt die Färbung bei weitem nicht so schön aus wie mit Methylenblau. Ferner kann bei dem angegebenen Färbungsverfahren die Kalilösung durch Natron oder Ammoniak ersetzt werden, woraus zu schließen ist, daß nicht etwa dem Kali an sich dabei eine wesentliche Rolle zufällt, sondern

daß es nur auf die stark alkalische Beschaffenheit der Lösung ankommt. Dafür spricht auch, daß durch einen noch stärkeren Kalizusatz die Bakterien noch an Stellen gefärbt werden können, wo sie mit einer weniger kalihaltigen Lösung nicht mehr zum Vorschein kommen. Doch schrumpfen die Gewebsteile des Schnittpräparates und verändern sich unter dem Einfluß stärkerer Kalilösungen so sehr, daß letztere nur ausnahmsweise von Vorteil sein werden.

Die durch dieses Verfahren sichtbar gemachten Bakterien zeigen ein in mancher Beziehung eigentümliches Verhalten. Sie haben eine stäbchenförmige Gestalt und gehören also zur Gruppe der Bazillen. Sie sind sehr dünn und ein viertel bis halb so lang als der Durchmesser eines roten Blutkörperchens beträgt, mitunter können sie auch eine größere Länge, bis zum vollen Durchmesser eines Blutkörperchens, erreichen. Sie besitzen in bezug auf Gestalt und Größe eine auffallende Ähnlichkeit mit den Leprabazillen. Doch unterscheiden sich letztere von ihnen dadurch, daß sie ein wenig schlanker und an den Enden zugespitzt erscheinen. Auch nehmen die Leprabazillen bei dem Weigert'schen Kernfärbungsverfahren den Farbstoff an, was die Tuberkelbazillen nicht tun. An allen den Punkten, wo der tuberkulöse Prozeß in frischem Entstehen und in schnellem Fortschreiten begriffen ist, sind die Bazillen in großer Menge vorhanden; sie bilden dann gewöhnlich dicht zusammengedrängte und oft bündelartig angeordnete kleine Gruppen, welche vielfach im Innern von Zellen liegen und stellenweise ebensolche Bilder geben, wie die in Zellen angehäuften Leprabazillen. Daneben finden sich aber auch zahlreiche freie Bazillen. Namentlich am Rande von größeren käsigen Herden kommen fast nur Scharen von Bazillen vor, die nicht in Zellen eingeschlossen sind.

Sobald der Höhepunkt der Tuberkeleruption überschritten ist, werden die Bazillen seltener, finden sich nur noch in kleinen Gruppen oder ganz vereinzelt am Rande des Tuberkelherdes neben schwachgefärbten und mitunter kaum noch erkennbaren Bazillen, welche vermutlich im Absterben begriffen oder schon abgestorben sind. Schließlich können sie ganz verschwinden, doch fehlen sie vollständig nur selten und dann auch nur an solchen Stellen, an denen der tuberkulöse Prozeß zum Stillstand gekommen ist.

Wenn in dem tuberkulösen Gewebe Riesenzellen vorkommen, dann liegen die Bazillen vorzugsweise im Innern dieser Gebilde. Bei sehr langsam fortschreitenden tuberkulösen Prozessen ist das Innere der Riesenzellen gewöhnlich die einzige Stätte, wo die Bazillen zu finden sind. In diesem Falle umschließt die Mehrzahl der Riesenzellen einen oder wenige Bazillen und es macht einen überraschenden Eindruck, in weiten Strecken des Schnittpräparates immer neuen Gruppen von Riesenzellen zu begegnen, von denen fast jede einzelne in dem weiten, von braungefärbten Kernen umschlossenen Raum ein oder zwei winzige, fast im Zentrum der Riesenzelle schwebende, blaugefärbte Stäbchen enthält. Oft sind die Bazillen nur in kleinen Gruppen von Riesenzellen, selbst nur in einzelnen Exemplaren anzutreffen, während gleichzeitig viele andere Riesenzellen frei davon sind. Dann sind die bazillenhaltigen, wie aus ihrer Größe und Lage zu schließen ist, die jüngeren Riesenzellen, die bazillenfremen dagegen die älteren und es läßt sich annehmen, daß auch die letzteren ursprünglich Bazillen umschlossen, daß diese aber abgestorben oder in den bald zu erwähnenden Dauerzustand übergegangen sind. Nach Analogie der von Weiß, Friedländer und Lalamié beobachteten Bildung von Riesenzellen um Fremdkörper, wie Pflanzenfasern und Strongyluseier, wird man sich das Verhältnis der Riesenzellen zu den Bazillen so vorstellen können, daß auch hier die Bazillen als Fremdkörper von den Riesenzellen eingeschlossen werden und deswegen ist selbst dann, wenn die Riesenzelle leer gefunden wird, alle übrigen Verhältnisse aber auf tuberkulöse Prozesse deuten, die Vermutung gerechtfertigt, daß sie früher einen

oder mehrere Bazillen beherbergt hat und diese zu ihrer Entstehung Veranlassung gegeben haben.

Auch ungefärbt in unpräpariertem Zustande sind die Bazillen der Beobachtung zugänglich. Es ist dazu erforderlich, von solchen Stellen, welche bedeutende Mengen von Bazillen enthalten, z. B. von einem grauen Tuberkelknötchen aus der Lunge eines an Impftuberkulose gestorbenen Meerschweinchens ein wenig Substanz unter Zusatz von destilliertem Wasser oder besser Blutserum zu untersuchen, was, um Strömungen in der Flüssigkeit zu vermeiden, am zweckmäßigsten im hohlen Objektträger geschieht. Die Bazillen erscheinen dann als sehr feine Stäbchen, welche nur Molekularbewegung zeigen, aber nicht die geringste Eigenbewegung besitzen.

Unter gewissen später zu erwähnenden Verhältnissen bilden die Bazillen schon im tierischen Körper Sporen, und zwar enthalten die einzelnen Bazillen mehrere, meistens 2 bis 4 Sporen, von ovaler Gestalt, welche in gleichmäßigen Abständen auf die Länge des Bazillus verteilt sind.

In bezug auf das Vorkommen der Bazillen bei den verschiedenen tuberkulösen Erkrankungen des Menschen und der Tiere konnte bis jetzt folgendes Material untersucht werden:

I. Vom Menschen: 11 Fälle von Miliartuberkulose. Die Bazillen wurden in den Miliartuberkeln der Lungen niemals vermißt; oft waren allerdings in solchen Knötchen, deren Zentrum keine Kernfärbung mehr annimmt, auch keine Bazillen mehr zu finden, dann waren sie aber am Rande des Tuberkels noch in kleinen Gruppen vorhanden und in jüngeren, noch nicht im Zentrum verkästen Knötchen in um so größerer Menge zu finden. Sie konnten außer in den Lungen auch in den Miliartuberkeln der Milz, Leber und Niere nachgewiesen werden. Sehr reichlich fanden sie sich in den grauen Knötchen der Pia mater bei Meningitis basilaris. Auch die bei mehreren Fällen untersuchten verkästen Bronchialdrüsen enthielten zum Teil dichte Schwärme von Bazillen und darunter viele sporenhaltige, zum Teil in das Drüsengewebe eingebettete Tuberkel mit einer von epitheloiden Zellen umgebenen Riesenzelle im Zentrum und im Innern der Riesenzelle einige Bazillen.

12 Fälle von käsiger Bronchitis und Pneumonie (in 6 Fällen Kavernenbildung). Das Vorkommen der Bazillen beschränkte sich meistens auf den Rand des käsig infiltrierten Gewebes, war daselbst aber mehrfach ein sehr reichliches. Auch im Innern der infiltrierten Lungenpartien trifft man bisweilen auf Bazillennester. Ungemein zahlreich finden sich die Bazillen in den meisten Kavernen. Die bekannten kleinen käsigen Bröckchen im Kaverneninhalte bestehen fast ganz aus Bazillenmassen. Unter den Bazillen, welche in den käsig erweichten Herden und in den Kavernen sich befinden, wurden einige Male zahlreiche mit Sporen versehene angetroffen. In größeren Kavernen kommen sie mit anderen Bakterien vermischt vor, waren aber leicht von diesen zu unterscheiden, weil bei der angegebenen Färbungsmethode nur die Tuberkelbazillen die blaue Tinktion behalten, die anderen Bakterien, wie schon erwähnt wurde, eine braune Farbe annehmen.

1 Fall von solitärem, mehr als haselnußgroßem Tuberkel des Gehirns. Die käsige Masse des Tuberkels war von einem zellenreichen Gewebe eingeschlossen, in welches viele Riesenzellen sich eingebettet fanden. Die meisten Riesenzellen enthielten keine Parasiten, aber stellenweise traf man Gruppen von Riesenzellen, von denen jede einen oder auch zwei Bazillen enthielt.

2 Fälle von Darmtuberkulose. In den Tuberkelknötchen, welche sich um die Darmgeschwüre gruppierten, konnten die Bazillen besonders gut nachgewiesen werden, und zwar fanden sie sich auch hier wieder vorzugsweise zahlreich in den jüngsten und kleinsten

Knötchen. In den zu diesen beiden Fällen gehörigen Mesenterialdrüsen waren die Bazillen ebenfalls in großer Menge vorhanden.

3 Fälle von frisch exstirpierten skrofulösen Drüsen. Nur in zweien derselben konnten in Riesenzellen eingeschlossene Bazillen nachgewiesen werden.

4 Fälle von fungöser Gelenksentzündung. In 2 Fällen wurden ebenfalls nur in vereinzelt kleinen Gruppen von Riesenzellen Bazillen gefunden.

II. Von Tieren: 10 Fälle von Perlsucht mit verkalkten Knoten in den Lungen, mehrfach auch im Peritoneum und einmal am Perikardium. In sämtlichen Fällen fanden sich die Bazillen, und zwar vorwiegend im Innern von Riesenzellen, welche in dem die kalkigen Massen umschließenden Gewebe sich befinden. Die Verteilung der Bazillen ist meistens eine so gleichmäßige, daß unter zahlreichen Riesenzellen kaum eine zu finden ist, welche nicht einen oder mehrere, mitunter bis zu 20 Bazillen umschließt. In einem dieser Fälle konnten die Bazillen zugleich in den Bronchialdrüsen und in einem zweiten in den Mesenterialdrüsen nachgewiesen werden.

3 Fälle, in denen die Lungen von Rindern nicht die bekannten verkalkten, mit höckeriger Oberfläche versehenen Knoten der gewöhnlichen Perlsucht, sondern glattwandige, mit dickbreiiger, käseartiger Masse gefüllte, kugelige Knoten enthielten. Gewöhnlich wird diese Form nicht zur Tuberkulose gerechnet, sondern als eine Bronchiektasis aufgefaßt. Auch in der Umgebung dieser Knoten fanden sich Riesenzellen und in diesen die Tuberkelbazillen.

Eine verkäste Halslymphdrüse vom Schwein enthielt ebenfalls die Bazillen.

In den Organen eines an Tuberkulose gestorbenen Huhnes, und zwar sowohl in den Tuberkelknoten des Knochenmarks, als in den eigentümlichen großen Knoten des Darms, der Leber und Lunge befanden sich große Mengen von Tuberkelbazillen.

Von 3 spontan an Tuberkulose gestorbenen Affen wurden die mit unzähligen Knötchen durchsetzten Lungen, Milz, Leber und Netz und die verkästen Lymphdrüsen untersucht und überall in den Knötchen oder deren nächsten Umgebung die Bazillen gefunden.

Von spontan erkrankten Tieren kamen noch 9 Meerschweinchen und 7 Kaninchen zur Untersuchung, welche ebenfalls sämtlich in den Tuberkelknötchen die Bazillen aufwiesen.

Außer diesen Fällen von spontaner Tuberkulose stand mir noch eine nicht unbedeutende Zahl von Tieren zur Verfügung, welche durch Impfung mit den verschiedensten tuberkulösen Substanzen infiziert waren, nämlich mit grauen und verkästen Tuberkeln menschlicher Lungen, mit Sputum von Phthisikern, mit Tuberkelmassen von spontan erkrankten Affen, Kaninchen und Meerschweinchen, mit Massen aus verschiedenen sowohl verkalkten, als auch käsigen perlsüchtigen Rinderlungen, und schließlich auch durch Weiterimpfung der in dieser Weise erhaltenen tuberkulösen Affektionen. Die Zahl der so infizierten Tiere belief sich auf 172 Meerschweinchen, 32 Kaninchen und 5 Katzen. Der Nachweis der Bazillen mußte sich in der Mehrzahl dieser Fälle auf die Untersuchung der immer in großer Menge vorhandenen Tuberkelknötchen der Lungen beschränken. In diesen wurden die Bazillen nicht ein einziges Mal vermißt; oft waren sie außerordentlich zahlreich, mitunter auch sporenhaltig, aber nicht selten waren sie in den angefertigten Präparaten auch nur in wenigen, jedoch unzweifelhaften Exemplaren aufzufinden.

Bei der Regelmäßigkeit des Vorkommens der Tuberkelbazillen muß es auffallend erscheinen, daß sie bisher von niemandem gesehen sind. Doch erklärt sich dies daraus, daß die Bazillen außerordentlich kleine Gebilde und meistens so spärlich an Zahl sind, namentlich wenn sich ihr Vorkommen auf das Innere der Riesenzellen beschränkt, daß sie schon aus diesem Grunde ohne ganz besondere Farbenreaktionen dem aufmerk-

samsten Beobachter entgehen müssen. Wenn sie sich aber auch in größeren Mengen beisammen finden, sind sie mit feinkörnigem Detritus in einer Weise untermengt und dadurch verdeckt, daß auch dann ihr Erkennen im höchsten Grade erschwert ist.

Übrigens existieren einige Angaben über Befunde von Mikroorganismen in tuberkulös veränderten Geweben. So erwähnt Schüller in seiner Schrift über skrofulöse und tuberkulöse Gelenkleiden, daß er konstant Mikrokokken gefunden habe. Zweifellos muß es sich dabei, ebenso wie bei den von Klebs in Tuberkeln gefundenen kleinsten beweglichen Körnchen um etwas anderes als die von mir gesehenen Tuberkelbazillen, welche unbeweglich und stäbchenförmig sind, gehandelt haben. Ferner hat A u f r e c h t, wie er in dem ersten Heft seiner pathologischen Mitteilungen berichtet, unter einer Anzahl von Kaninchen, welche er mit perlsüchtigen oder tuberkulösen Substanzen infiziert hatte, bei drei von diesen Tieren im Zentrum der Tuberkelknötchen neben zwei verschiedenen Mikrokokkusarten auch kurze stäbchenförmige Gebilde gefunden, deren Längsdurchmesser den Querdurchmesser nur um die Hälfte übertraf. Die Tuberkelbazillen sind aber mindestens fünfmal so lang als dick, oft noch viel länger im Verhältnis zur Dicke, außerdem kommen sie bei reiner Tuberkulose niemals mit Mikrokokken oder anderen Bakterien vermengt im Tuberkel vor. Es ist deswegen außerordentlich unwahrscheinlich, daß A u f r e c h t die wirklichen Tuberkelbazillen gesehen hat; wäre es der Fall, dann hätte er auch in menschlichen Tuberkeln und in der Perlsuchtlinge die Bazillen nachweisen müssen und es hätte ihm das auffallende Verhältnis zwischen Bazillen und Riesenzellen nicht entgehen können.

Auf Grund meiner zahlreichen Beobachtungen halte ich es für erwiesen, daß bei allen tuberkulösen Affektionen des Menschen und der Tiere konstant die von mir als Tuberkelbazillen bezeichneten und durch charakteristische Eigenschaften von allen anderen Mikroorganismen sich unterscheidenden Bakterien vorkommen. Aus diesem Zusammenreffen von tuberkulöser Affektion und Bazillen folgt indessen noch nicht, daß diese beiden Erscheinungen in einem ursächlichen Zusammenhange stehen, obwohl ein nicht geringer Grad von Wahrscheinlichkeit für diese Annahme sich aus dem Umstand ergibt, daß die Bazillen sich vorzugsweise da finden, wo der tuberkulöse Prozeß im Entstehen oder Fortschreiten begriffen ist, und dort verschwinden, wo die Krankheit zum Stillstand kommt.

Um zu beweisen, daß die Tuberkulose eine durch die Einwanderung der Bazillen veranlaßte und in erster Linie durch das Wachstum und die Vermehrung derselben bedingte parasitische Krankheit sei, mußten die Bazillen vom Körper isoliert, in Reinkulturen solange fortgezüchtet werden, bis sie von jedem etwa noch anhängenden, dem tierischen Organismus entstammenden Krankheitsprodukt befreit sind, und schließlich durch die Übertragung der isolierten Bazillen auf Tiere dasselbe Krankheitsbild der Tuberkulose erzeugt werden, welches erfahrungsgemäß durch Impfung mit natürlich entstandenen Tuberkelstoffen erhalten wird.

Mit Übergang der vielen Vorversuche, welche zur Lösung dieser Aufgabe dienten, soll auch hier wieder die fertige Methode geschildert werden. Das Prinzip derselben beruht auf der Verwertung eines festen durchsichtigen Nährbodens, welcher auch bei Bruttemperatur seine feste Konsistenz behält. Die Vorteile dieser von mir in die Bakterienforschung eingeführten Methode der Reinkultur habe ich in einer früheren Publikation ausführlich auseinandergesetzt. Daß durch dieselbe die Lösung der gewiß nicht einfachen Aufgabe, die Tuberkelbazillen rein zu kultivieren, erreicht wurde, ist mir ein neuer Beweis für die Leistungsfähigkeit dieser Methode.

Serum von Rinder- oder Schafblut, welches möglichst rein gewonnen ist, wird in durch Wattepfropf verschlossene Reagenzgläschen gefüllt und sechs Tage hindurch täglich eine Stunde lang auf 58° C erwärmt. Durch dieses Verfahren gelingt es, wenn

auch nicht immer, so doch in den meisten Fällen, das Serum vollkommen zu sterilisieren. Dann wird es auf 65° C mehrere Stunden hindurch und zwar solange erwärmt, bis es eben erstarrt und fest geworden ist. Das Serum erscheint nach dieser Behandlung als eine bernsteingelbe, vollkommen durchscheinende oder nur schwach opaleszierende, fest gallertartige Masse und darf, wenn es sich mehrere Tage lang in Bruttemperatur befindet, nicht die geringste Entwicklung von Bakterienkolonien zeigen. Geht die Erhitzung über 75° hinaus oder dauert sie zu lange, dann wird das Serum undurchsichtig. Um eine große Fläche zur Anlage der Kulturen zu erhalten, läßt man das Serum bei einer möglichst geneigten Lage der Reagenzgläser erstarren. Für solche Kulturen, welche der unmittelbaren mikroskopischen Untersuchung zugänglich gemacht werden sollen, wird das Serum in flachen Uhrgläschen oder in hohlen Glasklötzchen zum Erstarren gebracht.

Auf dieses erstarrte Blutserum, welches einen durchsichtigen, bei Bruttemperatur fest bleibenden Nährboden bildet, werden die tuberkulösen Substanzen und zwar in folgender Weise gebracht.

Der einfachste Fall, in welchem das Experiment fast ohne Ausnahme gelingt, ist gegeben, wenn ein soeben an Tuberkulose gestorbenes oder ein zu diesem Zwecke getötetes tuberkulöses Tier zur Verfügung steht. Zuerst wird die Haut mit kurz vorher ausgeglühten Instrumenten über Brust und Bauch zur Seite gelegt. Mit einer ebenfalls geglühten Schere und Pinzette werden alsdann die Rippen in der Mitte durchschnitten, die Vorderwand des Brustkorbes, ohne daß die Bauchhöhle dabei eröffnet wird, entfernt, so daß die Lungen zu einem großen Teil freigelegt sind. Die Instrumente sind nun nochmals mit anderen eben desinfizierten zu vertauschen, einzelne Tuberkelknötchen oder Partikelchen derselben von der Größe eines Hirsekorns mit der Schere schnell aus dem Lungengewebe herauszupräparieren und sofort mit einem kurz vorher ausgeglühten, in einen Glasstab eingeschmolzenen Platindraht in das Reagenzglas auf die Fläche des erstarrten Blutserums zu übertragen. Selbstverständlich darf der Wattepfropf nur möglichst kurze Zeit gelüftet werden. In dieser Weise werden eine Anzahl Reagenzgläser, etwa sechs bis zehn an der Zahl, mit Tuberkelsubstanz versehen, weil selbst bei der vorsichtigsten Manipulation nicht alle Gläser frei von zufälligen Verunreinigungen bleiben.

Lymphdrüsen, die in beginnender Verkäsung sich befinden, eignen sich ebensogut zu diesem Experiment wie Lungentuberkel; weniger gut dagegen der Eiter aus geschmolzenen Lymphdrüsen, welcher meistens nur sehr wenige oder gar keine Bazillen enthält.

Schwieriger ist die Kultur der Bazillen unmittelbar aus menschlichen tuberkulösen Organen oder aus perlsüchtiger Lunge. Ich habe Objekte dieser Art, deren Entnahme aus dem Körper ich nicht selbst mit den vorher erwähnten Vorsichtsmaßregeln besorgen konnte, sorgfältig und wiederholt mit Sublimatlösung abgewaschen, dann die oberflächlichen Schichten mit geglühten Instrumenten abgetragen und die Impfsubstanz aus einer Tiefe genommen, von der sich erwarten ließ, daß Fäulnisbakterien bis dahin noch nicht gedrunken sein konnten.

Die in der geschilderten Weise mit Tuberkelsubstanz versehenen Reagenzgläschen kommen in den Bruttapparat und müssen dauernd bei einer Temperatur von 37° bis 38° C gehalten werden. In der ersten Woche ist keine merkliche Veränderung zu bemerken. Tritt eine solche ein und bilden sich schon in den ersten Tagen etwa von der Impfsubstanz ausgehend oder gar entfernt von derselben schnell um sich greifende Bakterienwucherungen, die sich gewöhnlich als weiße, graue oder gelbliche Tropfen, oft auch unter Verflüssigung des festen Blutserums, zu erkennen geben, so handelt es sich um Verunreinigungen und das Experiment ist mißglückt.

Die aus dem Wachstum der Tuberkelbazillen hervorgehenden Kulturen erscheinen dem unbewaffneten Auge zuerst in der zweiten Woche nach der Aussaat, gewöhnlich erst nach dem zehnten Tage, als sehr kleine Pünktchen und trocken aussehende Schüppchen, welche, je nachdem die Tuberkelmasse bei der Aussaat mehr oder weniger zerquetscht und durch reibende Bewegungen mit einer größeren Fläche des Nährbodens in Berührung gebracht wurde, das ausgelegte Tuberkelstückchen in geringerem oder weiterem Umkreise umlagern. Wenn sich nur sehr wenige Bazillen in dem Aussaatmaterial befanden, dann gelingt es kaum, die Bazillen aus dem Gewebe freizumachen und unmittelbar auf den Nährboden zu bringen, in diesem Fall entwickeln sich ihre Kolonien im Innern des ausgelegten Gewebsstückchens und man sieht, wenn dasselbe transparent genug ist, z. B. in Stückchen, welche skrofulösen Drüsen entnommen sind, bei durchfallendem Licht dunklere, bei auffallendem Licht dagegen weißlich erscheinende Punkte auftreten. Mit Hilfe einer schwachen, ungefähr 30- bis 40fachen Vergrößerung sind die Bazillenkolonien schon gegen Ende der ersten Woche wahrzunehmen. Sie erscheinen als sehr zierliche, spindelförmige und meistens S-förmige, aber auch in anderen ähnlichen Figuren gekrümmte Gebilde, welche, wenn sie am Deckglas ausgebreitet, gefärbt und mit starken Vergrößerungen untersucht werden, nur aus den bekannten äußerst feinen Bazillen bestehen. Bis zu einem gewissen Grade schreitet im Laufe von drei bis vier Wochen das Wachstum dieser Kolonien fort, sie vergrößern sich zu platten, den Umfang eines Mohnkorns meistens nicht erreichenden, schuppenartigen Stückchen, welche dem Nährboden lose aufliegen, niemals selbständig in denselben eindringen oder ihn verflüssigen. Die Kolonie der Bazillen bildet außerdem eine so kompakte Masse, daß das kleine Schüppchen von dem starren Blutserum mit einem Platindraht im Zusammenhang leicht abgehoben und nur unter Anwendung eines gewissen Druckes zerbröckelt werden kann. Das überaus langsame Wachstum, welches nur bei Bruttemperatur zu erreichen ist, die eigentümliche schuppenartige trockene und feste Beschaffenheit dieser Bazillenkolonien findet sich bei keiner anderen bis jetzt bekannten Bakterienart wieder, so daß eine Verwechslung der Kulturen von Tuberkelbazillen mit denjenigen anderer Bakterien unmöglich und schon bei nur geringer Übung nichts leichter ist, als zufällige Verunreinigungen der Kulturen sofort zu erkennen. Das Wachstum der Kolonien ist, wie gesagt, nach einigen Wochen beendet und eine weitere Vergrößerung tritt wahrscheinlich aus dem Grunde nicht ein, weil die Bazillen jeder Eigenbewegung entbehren und nur durch den Wachstumsprozeß selbst auf dem Nährboden verschoben werden, was bei der langsamen Vermehrung der Bazillen natürlich nur in sehr geringen Dimensionen erfolgen kann. Um nun eine solche Kultur im Gange zu erhalten, muß sie einige Zeit nach der ersten Aussaat, ungefähr nach 10 bis 14 Tagen, auf einen neuen Nährboden übertragen werden. Dies geschieht so, daß einige Schüppchen mit dem geglühten Platindraht abgenommen und in ein frisches, mit sterilisiertem, erstarrtem Blutserum versehenes Reagenzglas übertragen, daselbst auf dem Nährboden zerdrückt und möglichst ausgebreitet werden. Es entstehen dann in dem gleichen Zeitraum wieder schuppenartige, trockene Massen, welche zusammenfließen und je nach der Ausdehnung der Aussaat einen mehr oder weniger großen Teil der Blutserumfläche überziehen. In dieser Weise werden die Kulturen fortgesetzt.

Die Tuberkelbazillen lassen sich auch noch auf anderen Nährsubstraten kultivieren, wenn letztere ähnliche Eigenschaften wie das erstarrte Blutserum besitzen. So wachsen sie beispielsweise auf einer mit Agar-Agar bereiteten, bei Brutwärme hart bleibenden Gallerte, welche einen Zusatz von Fleischinfus und Pepton erhalten hat. Doch bilden sie auf diesem Nährboden nur unförmliche kleine Brocken, niemals so charakteristische Vegetationen wie auf dem Blutserum.

Ursprünglich habe ich die Tuberkelbazillen nur aus den Lungentuberkeln von Meerschweinchen kultiviert, die mit tuberkulösen Substanzen infiziert waren. Die aus verschiedenen Quellen abstammenden Kulturen hatten also eine Art Zwischenstufe, den Körper des Meerschweinchens, zu passieren. Hierbei hätte es aber, ebenso wie bei der Übertragung einer Kultur von einem Reagenzglas in ein anderes, leicht zu Irrtümern kommen können, wenn zufällig andere Bakterien mit verimpft wurden oder wenn etwa bei den Versuchstieren, was gar nicht selten ist, spontane Tuberkulose auftritt. Um diese Fehlerquellen zu vermeiden, bedurfte es besonderer Maßregeln, welche sich aus den Beobachtungen über das Verhalten der diese Versuche am meisten gefährdenden spontanen Tuberkulose ergaben. Unter Hunderten von eben angekauften Meerschweinchen, welche gelegentlich anderer Versuche zur Sektion kamen, habe ich nicht ein einziges tuberkulöses gefunden. Die spontane Tuberkulose kam immer nur vereinzelt und niemals vor Ablauf von drei bis vier Monaten vor, nachdem die Tiere sich mit tuberkulös infizierten in dem nämlichen Raume befunden hatten. Bei Tieren, welche spontan tuberkulös erkrankt waren, fanden sich ausnahmslos die Bronchialdrüsen ungemein vergrößert und eitrig geschmolzen, meistens auch in der Lunge ein großer käsiger Herd mit weit vorgeschrittenem Zerfall im Zentrum, so daß es einige Male ganz wie in menschlichen Lungen zu echter Kavernenbildung gekommen war. Die Tuberkelentwicklung in den Unterleibsorganen war hinter derjenigen in den Lungen weit zurück. Die Schwellung der Bronchialdrüsen und der Beginn des Prozesses in den Atmungsorganen lassen keinen Zweifel darüber, daß die spontane Tuberkulose dieser Tiere eine Inhalationstuberkulose ist, welche aus der Aufnahme einiger weniger oder möglicherweise nur eines einzelnen Infektionskeimes entstanden ist und deswegen sehr langsam verläuft. Ganz anders verhält sich die Impftuberkulose. Die Impfstelle befand sich bei den Tieren am Bauch, in der Nähe der Inguinaldrüsen. Diese schwellen auch zuerst an und gaben damit ein frühes und untrügliches Kennzeichen für das Gelingen der Impfung. Die Tuberkulose verlief, weil von vornherein eine größere Menge des Infektionsstoffes einverleibt wurde, unvergleichlich schneller als die spontane Tuberkulose, und bei der Sektion dieser Tiere wurden die Milz und Leber stärker tuberkulös verändert gefunden als die Lunge. Es ist deswegen durchaus nicht schwierig, die spontane Tuberkulose von der Impftuberkulose bei den Versuchstieren zu unterscheiden. Mit Berücksichtigung aller dieser Verhältnisse ließ sich wohl annehmen, daß, wenn mehrere eben angekaufte Meerschweinchen in gleicher Weise und mit dem gleichen Material geimpft und von anderen Tieren getrennt in einem besonderen Käfig gehalten wurden und dann sämtlich gleichzeitig und schon nach kurzer Frist in der geschilderten, für Impftuberkulose charakteristischen Weise erkrankten, daß dann die Entstehung der Tuberkulose nur auf die Wirkung der verimpften Substanz zurückzuführen ist.

In der angedeuteten Weise wurde denn auch verfahren und unter allen Kautelen (vorhergehende Desinfektion der Impfstelle, Benutzung von kurz vorher geglähten Instrumenten) mit der auf ihre Virulenz zu prüfenden Substanz jedesmal vier bis sechs Meerschweinchen geimpft. Der Erfolg war ein durchweg gleichmäßiger; bei sämtlichen Tieren, welche mit frischen tuberkelbazillenhaltigen Massen geimpft wurden, war die kleine Impfwunde fast immer schon am folgenden Tage verklebt, sie blieb etwa acht Tage lang unverändert, dann bildete sich ein Knötchen, welches sich entweder vergrößerte ohne aufzubrechen oder, was meistens der Fall war, sich in ein flaches trockenes Geschwür verwandelte. Schon nach 2 Wochen waren die auf der Seite der Impfwunde gelegenen Leistendrüsen, bisweilen auch die Achseldrüsen, bis zu Erbsengröße geschwollen. Von da ab magerten die Tiere schnell ab und starben nach vier bis sechs Wochen oder wurden, um jede Kombination mit etwa später eintretender spontaner Tuberkulose

auszuschließen, getötet. In den Organen aller dieser Tiere, und zwar vorzugsweise in der Milz und Leber, fanden sich die bei Meerschweinchen so sehr charakteristischen, bekannten tuberkulösen Veränderungen. Daß in der Tat bei dieser Versuchsanordnung die Infektion der Meerschweinchen nur durch die verimpften Substanzen bewirkt wurde, geht auch noch daraus hervor, daß in mehreren Versuchsreihen mit Impfung einer skrofulösen Drüse, fungöser Massen von einem Gelenk, in welchen beiden Fällen keine Tuberkelbazillen aufgefunden werden konnten, ferner nach Verimpfung von Lungentuberkeln eines Affen, welche 2 Monate lang trocken, und mit ebensolchen, welche einen Monat lang in Alkohol aufbewahrt gewesen waren, auch nicht ein einziges von den geimpften Tieren erkrankte, während die mit bazillenhaltigen Massen geimpften ausnahmslos vier Wochen nach der Impfung schon hochgradig tuberkulös waren.

Von solchen Meerschweinchen, welche durch Impfung mit Tuberkeln aus der Affenlunge, mit Miliartuberkeln aus Gehirn und Lunge vom Menschen, mit käsigen Massen aus phthisischer Lunge, mit Knoten aus den Lungen und vom Peritoneum perlüchtiger Rinder infiziert waren, wurden nun in der früher geschilderten Weise Kulturen der Tuberkelbazillen ausgeführt. Es stellte sich heraus, daß ebenso wie das Krankheitsbild, welches die aufgezählten verschiedenen Substanzen beim Meerschweinchen hervorrufen, immer das gleiche ist, so auch die erhaltenen Bazillenkulturen sich nicht im geringsten voneinander unterscheiden. Im ganzen wurden 15 solcher Reinkulturen von Tuberkelbazillen gemacht, und zwar 4 von Meerschweinchen, welche mit Affentuberkulose infiziert waren, 4 von mit Perlsucht, 7 von mit menschlichen tuberkulösen Massen infizierten Meerschweinchen.

Um aber auch jeden Einwand auszuschließen, daß durch die vorhergehende Verimpfung der tuberkulösen Massen auf Meerschweinchen eine Änderung in der Natur der Bazillen, möglicherweise ein Gleichwerden der bis dahin verschiedenen Organismen bewirkt sei, wurde versucht, die Tuberkelbazillen unmittelbar aus den spontan tuberkulös erkrankten Organen von Menschen und Tieren zu kultivieren.

Dieser Versuch gelang mehrfach, und es wurden Reinkulturen erhalten aus zwei menschlichen Lungen mit Miliartuberkeln, aus einer ebensolchen mit käsiger Pneumonie, zweimal aus dem Inhalt von kleinen Kavernen phthisischer Lungen, einmal aus verkästen Mesenterialdrüsen und zweimal aus frisch exstirpierten skrofulösen Drüsen, ferner zweimal aus perlüchtiger Rinderlunge und dreimal aus den Lungen von spontan an Tuberkulose erkrankten Meerschweinchen. Auch diese Kulturen glichen einander vollkommen und ebenso denen, welche auf dem Umwege der Verimpfung auf Meerschweinchen erhalten waren, so daß an der Identität der bei den verschiedenen tuberkulösen Prozessen vorkommenden Bazillen nicht gezweifelt werden kann.

In bezug auf diese Reinkulturen habe ich noch zu erwähnen, daß Klebs, Schüller und Toussaint ebenfalls Mikroorganismen aus tuberkulösen Massen gezüchtet haben. Alle drei Forscher fanden, daß die Kulturflüssigkeiten nach der Infektion mit Tuberkelstoff schon nach zwei bis drei Tagen sich trübten und zahlreiche Bakterien enthielten. Bei den Versuchen von Klebs traten schnell bewegliche kleine Stäbchen auf, Schüller und Toussaint erhielten Mikrokokken. Ich habe mich wiederholt davon überzeugt, daß die Tuberkelbazillen in Flüssigkeiten nur sehr kümmerlich wachsen, dieselben auch niemals trübe machen, weil sie ganz unbeweglich sind, und wenn ein Wachstum stattfindet, dies sich erst im Verlaufe von drei bis vier Wochen zu erkennen gibt. Die genannten Forscher müssen es daher mit anderen Organismen als mit den Tuberkelbazillen zu tun gehabt haben.

Bis dahin war durch meine Untersuchungen also festgestellt, daß das Vorkommen von charakteristischen Bazillen regelmäßig mit Tuberkulose verknüpft ist, und daß

diese Bazillen sich aus tuberkulösen Organen gewinnen und in Reinkulturen isolieren lassen. Es blieb nunmehr noch die wichtige Frage zu beantworten, ob die isolierten Bazillen, wenn sie dem Tierkörper wieder einverleibt werden, den Krankheitsprozeß der Tuberkulose auch wieder zu erzeugen vermögen.

Um bei der Lösung dieser Frage, in welcher der Schwerpunkt der ganzen Untersuchung über das Tuberkelvirus liegt, jeden Irrtum auszuschließen, wurden möglichst verschiedene Reihen von Experimenten angestellt, welche wegen der Bedeutung der Sache einzeln aufgezählt werden sollen.

Zunächst wurden Versuche mit einfacher Verimpfung der Bazillen in der früher geschilderten Weise angestellt.

1. Versuch. Von sechs eben angekauften und in einem und demselben Käfig gehaltenen Meerschweinchen wurden vier am Bauch mit Bazillenkultur geimpft, welche aus menschlichen Lungen mit Miliartuberkeln gewonnen und 54 Tage lang in fünf Umzuchtungen kultiviert waren. Zwei Tiere blieben ungeimpft. Bei den geimpften Tieren schwollen nach 14 Tagen die Inguinaldrüsen, die Impfstellen verwandelten sich in ein Geschwür und die Tiere magerten ab. Nach 32 Tagen starb eines der geimpften Tiere. Nach 35 Tagen wurden die übrigen getötet. Die geimpften Meerschweinchen, sowohl das spontan gestorbene, als die drei getöteten, wiesen hochgradige Tuberkulose der Milz, Leber und Lungen auf; die Inguinaldrüsen waren stark geschwollen und verkäst, die Bronchialdrüsen wenig geschwollen. Die beiden nicht geimpften Tiere zeigten keine Spur von Tuberkulose in den Lungen, der Leber oder Milz.

2. Versuch. Von acht Meerschweinchen wurden 6 mit Bazillenkultur geimpft, welche, aus der tuberkulösen Lunge eines Affen abstammend, 95 Tage lang in acht Umzuchtungen kultiviert war. Zwei Tiere blieben zur Kontrolle ungeimpft. Der Verlauf war genau derselbe wie im ersten Versuch. Die 6 geimpften Tiere wurden bei der Sektion hochgradig tuberkulös, die beiden ungeimpften gesund gefunden, als sie nach 32 Tagen getötet wurden.

3. Versuch. Von 6 Meerschweinchen wurden 5 mit Kultur geimpft, die von perlsüchtiger Lunge herrührte, 72 Tage alt und sechsmal umgezüchtet war. Die 5 geimpften Tiere zeigten sich, als nach 34 Tagen sämtliche Tiere getötet wurden, tuberkulös, das ungeimpfte gesund.

4. Versuch. Eine Anzahl Tiere (Mäuse, Ratten, Igel, ein Hamster, Tauben, Frösche), über deren Empfänglichkeit für Tuberkulose noch nichts bekannt ist, wurden mit Kultur geimpft, welche von tuberkulöser Lunge eines Affen gewonnen und 113 Tage lang außerhalb des Tierkörpers fortgezüchtet war. 4 Feldmäuse, welche 53 Tage nach der Impfung getötet wurden, hatten zahlreiche Tuberkelknötchen in der Milz, Leber und Lunge, ebenso verhielt sich ein gleichfalls 53 Tage nach der Impfung getöteter Hamster.

In diesen 4 ersten Versuchsreihen hatte die Verimpfung von Bazillenkulturen am Bauch der Versuchstiere also eine ganz genau ebenso verlaufende Impftuberkulose hervorgebracht, wie wenn frische tuberkulöse Substanzen verimpft gewesen wären.

In den nächstfolgenden Versuchen wurde die Impfsubstanz in die vordere Augenkammer von Kaninchen gebracht, um zu erfahren, ob auch bei dem so modifizierten Impfverfahren das künstlich kultivierte Tuberkelvirus denselben Effekt haben würde wie das natürliche.

5. Versuch. Drei Kaninchen erhielten ein kleines Bröckchen einer Kultur (von käsiger Pneumonie menschlicher Lunge abstammend und 89 Tage lang fortgezüchtet) in die vordere Augenkammer. Es entwickelte sich schon nach wenigen Tagen

eine intensive Iritis, die Hornhaut wurde bald trübe und gelbgrau gefärbt. Die Tiere magerten sehr schnell ab, wurden nach 25 Tagen getötet und ihre Lungen von zahllosen Tuberkelknötchen durchsetzt gefunden.

6. Versuch. Von 3 Kaninchen erhält eines eine Injektion von reinem Blutserum in die vordere Augenkammer, die beiden anderen eine Injektion mit dem nämlichen Blutserum, mit welchem aber einige Bröckchen von einer Kultur (aus Perlsuchtlungen abstammend und 91 Tage lang fortgezüchtet) verrieben sind. Bei den beiden letzten Kaninchen traten dieselben Erscheinungen wie im vorigen Versuch ein. Schnell verlaufende Iritis und Trübung der Kornea. Nach 28 Tagen werden die Tiere getötet. Das erste mit reinem Blutserum injizierte Kaninchen ist vollkommen gesund, die Lungen der beiden anderen Tiere sind mit unzähligen Tuberkelknötchen gleichsam überschüttet.

7. Versuch. Von 4 Kaninchen erhält das erste reines Blutserum in die vordere Augenkammer, dem zweiten wird die Kanüle der Spritze, welche Blutserum mit Zusatz von Bazillenkultur (von Affentuberkulose abstammend, 132 Tage lang fortgezüchtet) enthält, in die vordere Augenkammer geführt, der Stempel aber nicht bewegt, so daß nur eine minimale Menge der Flüssigkeit in den Humor aq. gelangen kann. Dem dritten und vierten Kaninchen werden von dem mit der Bazillenkultur versetzten Blutserum mehrere Tropfen in die vordere Augenkammer injiziert. Bei den beiden letzten Tieren entwickelt sich wieder Iritis, Panophthalmitis und es folgt sehr schnelle Abmagerung.

Bei dem zweiten Kaninchen dagegen bleibt das Auge anfangs unverändert, aber im Verlauf der zweiten Woche entstehen einzelne weißgelbliche Knötchen auf der Iris in der Nähe der Einstichstelle und es entwickelt sich von da ausgehend eine regelrechte Iristuberkulose. Auf der Iris entstehen immer neue Knötchen, sie faltet sich, allmählich trübt sich dann die Kornea und die weiteren Veränderungen entziehen sich der Beobachtung. Nach 30 Tagen werden diese vier Tiere getötet. Das erste ist vollkommen gesund, beim zweiten finden sich, außer den erwähnten Veränderungen am Auge, die Lymphdrüsen am Kiefer und neben der Ohrwurzel geschwollen und mit gelbweißen Herden durchsetzt, die Lungen und übrigen Organe sind noch frei von Tuberkulose. Die beiden letzten Kaninchen haben wieder unzählige Tuberkeln in den Lungen.

8. Versuch. 6 Kaninchen werden mit Kultur, welche von menschlicher Lunge mit Miliartuberkeln abstammt und 105 Tage lang fortgezüchtet ist, in derselben Weise wie im vorhergehenden Versuch, das zweite Tier nur durch Einstich in die vordere Augenkammer, ohne Injektion, infiziert. Es entwickelt sich bei allen 6 Tieren Iristuberkulose, bei einigen auch eine über die Nachbarschaft der Impfstelle sich langsam ausbreitende Infiltration der Konjunktiva mit Tuberkelknötchen.

Das Resultat dieser Versuche mit Impfung in die vordere Augenkammer war, wenn möglichst geringe Mengen von Tuberkelbazillen eingeführt wurden, ein ganz dem von Cohnheim, Salomonsen und Baumgarten erhaltenen entsprechendes.

Ich begnügte mich damit aber noch nicht, sondern stellte noch fernere Versuche an mit Injektion der Bazillenkulturen in die Bauchhöhle oder direkt in den Blutstrom und suchte schließlich auch noch solche Tiere, deren Infektion mit Tuberkulose nicht leicht gelingt, durch den künstlich gezüchteten Infektionsstoff tuberkulös zu machen.

9. Versuch. Von 12 Meerschweinchen erhielten 10 Blutserum, welches mit Bazillenkultur (von Affentuberkulose abstammend und 142 Tage gezüchtet) versetzt war, in die Bauchhöhle injiziert. Dem elften wurde reines Blutserum in die Bauchhöhle injiziert, und das zwölfte, welches eine ganz frische, bedeutende Bißwunde am Bauche hatte, blieb ohne Einspritzung.

Von den Tieren, welche die Injektion erhalten hatten, starben je eins nach 10, 13, 16, 17, 18 Tagen. Die übrigen wurden am 25. Tage nebst den Kontrolltieren getötet. Bei den zuerst gestorbenen war das große Netz stark verdickt, zusammengeballt und mit einer derben, gelblichweißen Masse infiltriert. Unter dem Mikroskop stellte sich diese Masse als aus zahllosen Tuberkelbazillen bestehend heraus, welche fast sämtlich mit sehr deutlichen Sporen versehen waren. Die später gestorbenen resp. getöteten Tiere dieser Reihe hatten, außer der Infiltration des Netzes, bereits Tuberkeleruptionen in Milz und Leber. Die Kontrolltiere wurden vollkommen gesund befunden.

10. V e r s u c h. Eine Anzahl weißer Ratten war zwei Monate lang fast ausschließlich mit den Leichen tuberkulöser Tiere gefüttert. Von Zeit zu Zeit wurde eine Ratte getötet und untersucht. Einige Male wurden vereinzelt kleine graue Knötchen in den Lungen dieser Tiere gefunden, die meisten waren ganz gesund geblieben. Auch einfache Impfungen mit tuberkulösen Substanzen und mit Kulturen aus denselben hatten keinen Effekt bei diesen Tieren gehabt, obwohl sie wiederholt versucht wurden. Nachdem die Fütterung mit tuberkulösen Massen mehrere Wochen aufgehört hatte, erhielten 5 von diesen Ratten eine Injektion mit Bazillenkultur (von Affentuberkulose und 142 Tage gezüchtet) in die Bauchhöhle. Fünf Wochen später wurden dieselben getötet und in den Lungen sowie in der stark vergrößerten Milz dieser Tiere zahllose Tuberkelknötchen gefunden. Dieser Versuch ist nicht rein, weil die Fütterung mit tuberkulösen Massen vorhergegangen war, aber ich erwähne ihn deshalb, weil es gelungen war, bei Ratten, welche allen Infektionsstoffen gegenüber sich mindestens ebenso resistent verhalten wie Hunde, durch die Injektion der Bazillenkulturen eine regelrechte Tuberkulose zu erzeugen.

11. V e r s u c h. Von 12 Kaninchen erhielten 2 einen halben Kubikzentimeter reinen Blutserums in die Ohrvene injiziert. 4 Kaninchen erhielten in derselben Weise Blutserum mit Kultur (von Affentuberkulose abstammend und 178 Tage fortgezüchtet), 3 Kaninchen Blutserum mit Kultur (aus menschlicher phthisischer Lunge abstammend und 103 Tage fortgezüchtet) und die 3 letzten Blutserum mit Kultur (von Perlsuchtungen abstammend und 121 Tage lang gezüchtet). Für jede dieser Gruppen wurde eine besondere Spritze benutzt. Die beiden ersten Kaninchen blieben munter und kräftig, alle übrigen magerten rapide ab und fingen schon in der zweiten Woche an schwer zu atmen. Nach 18 Tagen stirbt das erste Tier (Einspritzung mit Kultur phthisischer Lunge), nach 19 Tagen das zweite und dritte (beide hatten Einspritzungen mit Kultur von Affentuberkulose erhalten), nach 21 Tagen das vierte (Einspritzung mit Kultur von Perlsucht), nach 25 Tagen das fünfte (mit Kultur von Phthisis infiziert), nach 26 und 27 Tagen das sechste und siebente (mit Kultur von Affentuberkulose infiziert), am 30. und 31. Tage zwei weitere Tiere. Das letzte und die beiden Kontrolltiere wurden am 38. Tage nach der Injektion getötet.

In dem Verhalten der Lunge und der übrigen Organe der mit verschiedenen Kulturen infizierten Tiere konnte kein Unterschied wahrgenommen werden. Bei sämtlichen Tieren fanden sich zahllose Miliartuberkel in den Lungen. Auch die Leber und die Milz von allen diesen Tieren enthielten außerordentlich viele Tuberkel, doch waren dieselben bei den zuerst gestorbenen nur mikroskopisch klein; bei den später gestorbenen hatten sie sich schon so weit entwickelt, daß sie makroskopisch sichtbar wurden, und bei einem Kaninchen zeigten sich auch im Netz, im Zwerchfell und im Mesenterium viele mit bloßem Auge erkennbare Miliartuberkel. Die beiden Kontrolltiere wurden bei der Sektion ohne jede Tuberkelablagerung in irgend einem Organ gefunden.

12. V e r s u c h. Zwei ausgewachsene kräftige Katzen erhielten eine Injektion in die Bauchhöhle mit Blutserum, welches mit Kultur (von Affentuberkulose erhalten

und 162 Tage lang fortgezüchtet) verrieben war. Die eine starb nach 19 Tagen. Das Netz war mit einer derben weißlichen Masse infiltriert und stellenweise über einen Zentimeter dick. Der seröse Überzug der Därme und das Peritoneum hatten ihren Glanz verloren, die Milz war stark vergrößert. Die Infiltration des Netzes bestand ebenso wie bei den Meerschweinchen, welche eine Injektion mit Bazillenkultur in die Bauchhöhle erhalten hatten, aus dichten, größtenteils in Zellen eingebetteten Massen von Tuberkelbazillen. Zu einer makroskopisch erkennbaren Tuberkeleruption war es noch nicht gekommen; aber mikroskopisch ließen sich zahllose Tuberkel in Lunge, Leber und Milz nachweisen. Die zweite Katze wurde nach 43 Tagen getötet und es fanden sich bei derselben sehr zahlreiche hirsekorngroße Tuberkelknötchen in den Lungen, Milz und Netz, verhältnismäßig wenige in der Leber.

13. V e r s u c h. Einer mehrere Jahre alten Hündin wurden zwei Kubikzentimeter Blutserum, welchem Kultur (von menschlicher Miliartuberkulose abstammend und 94 Tage fortgezüchtet) beigemischt war, in die Bauchhöhle injiziert. In den ersten beiden Wochen nach der Injektion war an dem Tiere keine Veränderung zu bemerken, dann verlor es an Munterkeit, fraß weniger und vom Ende der dritten Woche an zeigte sich eine deutliche Auftreibung des Leibes. Zu Anfang der fünften Woche wurde es getötet. In der Bauchhöhle befand sich ein ziemlich reichlicher Erguß einer klaren, schwachgelblichen Flüssigkeit. Das Netz, Mesenterium und Mutterbänder waren mit sehr vielen Tuberkelknötchen besetzt, ebenso die Oberfläche des Darms und der Blase. Die vergrößerte Milz, die Leber und Lungen enthielten zahllose Miliartuberkel. Von den Injektionsstellen war nichts mehr zu erkennen und nirgends eine Spur von käsigem Eiter.

Es bedarf wohl kaum der Erwähnung, daß die zu allen diesen Versuchen benutzten Spritzen vor jedem Gebrauch durch einstündiges Erhitzen auf 160 bis 170° C sicher desinfiziert waren.

Vielfach wurden die Tuberkelknötchen, welche sowohl durch Impfung als durch Injektion mit den Bazillenkulturen erhalten waren, mikroskopisch untersucht und vollkommen identisch gefunden mit den gewöhnlichen, spontan oder nach Impfung mit tuberkulösen Massen bei diesen Tieren entstandenen Tuberkeln. Sie hatten ganz dieselbe Anordnung der zelligen Elemente und waren auch vielfach mit Riesenzellen versehen, welche ebenso wie diejenigen der spontanen Tuberkel Bazillen einschlossen. Ferner wurden aus den Tuberkeln, welche vermittelt der Bazillenkulturen erhalten waren, von neuem die Bazillen in Reinkulturen isoliert und mit diesen sowohl als mit den Tuberkeln Impfversuche angestellt, welche ganz dasselbe Resultat wie Impfungen mit menschlichen Tuberkeln oder Perlsuchtlinge ergaben. Also auch in dieser Beziehung verhielten sich die durch Infektion mit Kulturen erhaltenen Tuberkel wie die natürlich vorkommenden.

Blickt man auf diese Versuche zurück, so ergibt sich, daß eine nicht geringe Zahl von Versuchstieren, denen die Bazillenkulturen in sehr verschiedener Weise, nämlich durch einfache Impfung in das subkutane Zellgewebe, durch Injektion in die Bauchhöhle oder in die vordere Augenkammer, oder direkt in den Blutstrom beigebracht waren, ohne nur eine Ausnahme tuberkulös geworden waren, und zwar hatten sich bei ihnen nicht etwa einzelne Knötchen gebildet, sondern es entsprach die außerordentliche Menge der Tuberkel der großen Zahl der eingeführten Infektionskeime. An anderen Tieren war es gelungen, durch Impfung möglichst geringer Mengen von Bazillen in die vordere Augenkammer ganz dieselbe tuberkulöse Iritis zu erzeugen, wie sie in den bekannten, für die Frage der Impftuberkulose ausschlaggebenden Versuchen von C o h n - h e i m , S a l o m o n s e n und B a u m g a r t e n nur durch echte tuberkulöse Substanz erhalten war.

Eine Verwechslung mit spontaner Tuberkulose oder eine zufällige unbeabsichtigte Infektion der Versuchstiere mit Tuberkelvirus ist in diesen Experimenten aus folgenden Gründen ausgeschlossen: erstens kann weder die spontane Tuberkulose noch eine zufällige Infektion in einem so kurzen Zeitraum diese massenhafte Eruption von Tuberkeln veranlassen. Zweitens blieben die Kontrolltiere, welche genau in derselben Weise wie die infizierten Tiere behandelt wurden, nur mit dem einzigen Unterschied, daß sie keine Bazillenkultur erhielten, gesund. Drittens kam bei zahlreichen, zu anderen Versuchszwecken in derselben Weise mit anderen Substanzen geimpften und injizierten Meer-schweinchen und Kaninchen niemals dieses typische Bild von Miliartuberkulose vor, welches nur dann entstehen kann, wenn der Körper auf einmal mit einer großen Menge von Infektionskeimen gewissermaßen überschüttet wird.

Alle diese Tatsachen zusammengenommen berechtigen zu dem Ausspruch, daß die in den tuberkulösen Substanzen vorkommenden Bazillen nicht nur Begleiter des tuberkulösen Prozesses, sondern die Ursache desselben sind, und daß wir in den Bazillen das eigentliche Tuberkelvirus vor uns haben.

Damit ist auch die Möglichkeit gegeben, die Grenzen der unter Tuberkulose zu verstehenden Krankheit zu ziehen, was bisher nicht mit Sicherheit geschehen konnte. Es fehlte an einem bestimmten Kriterium für die Tuberkulose, und der eine rechnete dazu Miliartuberkulose, Phthisis, Skrofulose, Perlsucht usw., ein anderer hielt vielleicht mit ebensoviel Recht alle diese Krankheitsprozesse für different. In Zukunft wird es nicht schwierig sein, zu entscheiden, was tuberkulös und was nicht tuberkulös ist. Nicht der eigentümliche Bau des Tuberkels, nicht seine Gefäßlosigkeit, nicht das Vorhandensein von Riesenzellen wird den Ausschlag geben, sondern der Nachweis der Tuberkelbazillen, sei es im Gewebe durch Farbenreaktion, sei es durch Kultur auf erstarrtem Blutserum. Dies Kriterium als das maßgebende angenommen, müssen nach meinen Untersuchungen Miliartuberkulose, käsige Pneumonie, käsige Bronchitis, Darm- und Drüsentuberkulose, Perlsucht des Rindes, spontane und Impftuberkulose bei Tieren für identisch erklärt werden. Über Skrofulose und fungöse Gelenkaffektionen sind meine Untersuchungen zu wenig zahlreich, um ein Urteil zu ermöglichen. Jedenfalls gehört ein großer Teil der skrofulösen Drüsen- und Gelenkleiden zur echten Tuberkulose. Vielleicht sind sie ganz mit der Tuberkulose zu vereinigen. Der Nachweis von Tuberkelbazillen in den verkästen Drüsen eines Schweines, in den Tuberkelknötchen eines Huhnes läßt vermuten, daß die Tuberkulose auch unter den Haustieren eine größere Verbreitung hat, als gemeinhin angenommen wird, und es ist sehr wünschenswert, auch nach dieser Richtung hin das Verbreitungsgebiet der Tuberkulose genau kennen zu lernen.

Nachdem die parasitische Natur der Tuberkulose somit festgestellt ist, müssen zur Vervollständigung der Ätiologie noch die Fragen beantwortet werden, woher die Parasiten stammen und wie sie in den Körper gelangen.

In bezug auf die erste Frage ist es notwendig, zu entscheiden, ob der Infektionsstoff nur unter Verhältnissen, wie sie im tierischen Körper gegeben sind, sich entwickeln, oder ob er, wie z. B. die Milzbrandbazillen, auch unabhängig vom tierischen Organismus an irgendwelchen Stellen in der freien Natur seinen Entwicklungsgang durchmachen kann.

Es ergab sich nun in mehreren Versuchen, daß die Tuberkelbazillen nur bei Temperaturen zwischen 30 und 41° C wachsen. Unter 30° fand ebenso wie bei 42° innerhalb drei Wochen nicht das geringste Wachstum statt, während beispielsweise Milzbrandbazillen noch bei 20° und zwischen 42 und 43° C kräftig wachsen. Schon auf Grund dieser einen Tatsache kann die aufgestellte Frage entschieden werden. Im gemäßigten Klima ist außerhalb des Tierkörpers keine Gelegenheit für eine mindestens zwei Wochen anhaltende gleichmäßige Temperatur von über 30° C geboten. Es folgt daraus, daß die

Tuberkelbazillen in ihrem Entwicklungsgang lediglich auf den tierischen Organismus angewiesen, also nicht gelegentliche, sondern echte Parasiten sind und nur aus dem tierischen Organismus stammen können.

Auch die zweite Frage, wie die Parasiten in den Körper gelangen, ist zu beantworten. Die weit überwiegende Mehrzahl aller Fälle von Tuberkulose nimmt ihren Anfang in den Respirationswegen und der Infektionsstoff macht sich zuerst in den Lungen oder in den Bronchialdrüsen bemerklich. Es ist also hiernach sehr wahrscheinlich, daß die Tuberkelbazillen gewöhnlich mit der Atemluft, an Staubpartikelchen haftend, eingeatmet werden. Über die Art und Weise, wie dieselben in die Luft kommen, kann man wohl nicht in Zweifel sein, wenn man erwägt, in welchen Unmassen die im Kaverneninhalt vorhandenen Tuberkelbazillen von Phthisikern mit dem Sputum ausgeworfen und überallhin verschleppt werden.

Um über das Vorkommen der Tuberkelbazillen im phthisischen Sputum eine Anschauung zu gewinnen, habe ich wiederholt die Sputa von einer großen Reihe von Phthisikern untersucht und gefunden, daß in manchen derselben keine, aber ungefähr in der Hälfte der Fälle ganz außerordentlich zahlreiche Bazillen, darunter auch sporenhaltige, vorhanden waren. Nur beiläufig sei bemerkt, daß in einer Anzahl Proben von Sputum nicht phthisisch Kranker die Tuberkelbazillen niemals gefunden wurden. Mit solchem frischen bazillenhaltigen Sputum geimpfte Tiere wurden ebenso sicher tuberkulös, als wie nach Impfung mit Miliartuberkeln.

Aber auch nach dem Eintrocknen verloren derartige infektiöse Sputa ihre Virulenz nicht. So wurden vier Meerschweinchen durch Impfung mit zwei Wochen altem trockenem Sputum, ferner vier Meerschweinchen durch Impfung mit vier Wochen lang trocken aufbewahrtm Sputum und weitere vier Meerschweinchen durch acht Wochen hindurch trocken gehaltenes Sputum ganz in derselben Weise tuberkulös, wie nach Infektion mit frischem Material. Demnach läßt sich wohl annehmen, daß das am Boden, Kleidern usw. eingetrocknete phthisische Sputum längere Zeit seine Virulenz bewahrt und, wenn es verstäubt in die Lungen gelangt, daselbst Tuberkulose erzeugen kann. Vermutlich wird die Haltbarkeit der Virulenz von der Sporenbildung der Tuberkelbazillen abhängen und es ist in dieser Beziehung wohl zu berücksichtigen, daß die Sporenbildung, wie wir an einigen Beispielen gesehen haben, bereits im tierischen Organismus selbst und nicht, wie bei den Milzbrandbazillen, außerhalb desselben vor sich geht.

Auf die Verhältnisse der erworbenen oder ererbten Disposition, welche in der Ätiologie der Tuberkulose unzweifelhaft eine bedeutende Rolle spielen, jetzt schon eingehen zu wollen, würde zu sehr in das Gebiet der Hypothese führen. Nach dieser Richtung hin bedarf es noch eingehender Untersuchungen, ehe ein Urteil gestattet ist. Nur auf einen Punkt, welcher zur Erklärung mancher rätselhaften Erscheinungen dienen kann, möchte ich aufmerksam machen: das ist das überaus langsame Wachstum der Tuberkelbazillen. Dasselbe bewirkt höchstwahrscheinlich, daß die Bazillen nicht, wie beispielsweise die ungemein schnell wachsenden Milzbrandbazillen, von jeder beliebigen kleinen Verletzung des Körpers aus zu infizieren vermögen. Wenn man ein Tier mit Sicherheit tuberkulös machen will, dann muß der Infektionsstoff in das subkutane Gewebe, in die Bauchhöhle, in die vordere Augenkammer, kurz an einen Ort gebracht werden, wo die Bazillen Gelegenheit haben, sich in geschützter Lage vermehren und Fuß fassen zu können. Infektionen von flachen Hautwunden aus, welche nicht in das subkutane Gewebe dringen, oder von der Kornea gelingen nur ausnahmsweise. Die Bazillen werden wieder eliminiert, ehe sie sich einnisten können.

Hieraus erklärt sich, weshalb die Sektionen von tuberkulösen Leichen nicht zur Infektion führen, auch wenn kleine Schnittwunden an den Händen mit tuberkulösen

Massen in Berührung kommen. Kleine schwache Hautschnitte sind eben keine für das Eindringen der Bazillen geeigneten Impfwunden. Ähnliche Bedingungen werden sich auch für das Haften der in die Lungen geratenen Bazillen geltend machen. Es werden wahrscheinlich besondere, das Einnisten der Bazillen begünstigende Momente, wie stagnierendes Sekret, Entblößung der Schleimhaut vom schützenden Epithel usw., zu Hilfe kommen müssen, um die Infektion zu ermöglichen. Es wäre sonst kaum zu verstehen, daß die Tuberkulose, mit der wohl jeder Mensch, namentlich an dicht bevölkerten Orten, mehr oder weniger in Berührung kommt, nicht noch häufiger infiziert, als es in Wirklichkeit geschieht.

Fragen wir nun danach, welche weitere Bedeutung⁸ den bei der Untersuchung der Tuberkulose erhaltenen Resultaten zukommt, so ist es zunächst als ein Gewinn für die Wissenschaft anzusehen, daß es zum ersten Male gelungen ist, den vollen Beweis für die parasitische Natur einer menschlichen Infektionskrankheit, und zwar der wichtigsten von allen, vollständig zu liefern. Bisher war dieser Beweis nur für Milzbrand erbracht, während von einer Anzahl den Menschen betreffenden Infektionskrankheiten, z. B. von Rekurrens, von den Wundinfektionskrankheiten, Lepra, Gonorrhöe, nur das gleichzeitige Vorkommen der Parasiten mit dem pathologischen Prozeß bekannt war, ohne daß das ursächliche Verhältnis zwischen diesen beiden erwiesen werden konnte. Es läßt sich erwarten, daß die Aufklärungen, welche über die Ätiologie der Tuberkulose gewonnen sind, auch für die Beurteilung der übrigen Infektionskrankheiten neue Gesichtspunkte ergeben, und daß die Untersuchungsmethoden, welche sich bei der Erforschung der Tuberkuloseätiologie bewährt haben, auch bei der Bearbeitung anderer Infektionskrankheiten von Nutzen sein werden. Ganz besonders möchte dies letztere für Untersuchungen über diejenigen Krankheiten gelten, welche wie Syphilis und Rotz mit der Tuberkulose am nächsten verwandt sind und mit ihr zusammen die Gruppe der Infektions-Geschwulstkrankheiten bilden.

Inwieweit die Pathologie und Chirurgie die Kenntnisse über die Eigenschaften der Tuberkuloseparasiten verwerten können, ob beispielsweise der Nachweis der Tuberkelbazillen im Sputum zu diagnostischen Zwecken benutzt werden kann, ob die sichere Bestimmung mancher lokal-tuberkulöser Affektionen auf die chirurgische Behandlung derselben von Einfluss sein wird, und ob nicht möglicherweise auch die Therapie aus weiteren Erfahrungen über die Lebensbedingungen der Tuberkelbazillen Nutzen ziehen kann, das alles zu beurteilen ist nicht meine Aufgabe.

Meine Untersuchungen habe ich im Interesse der Gesundheitspflege vorgenommen, und dieser wird auch, wie ich hoffe, der größte Nutzen daraus erwachsen.

Bisher war man gewöhnt, die Tuberkulose als den Ausdruck des sozialen Elends anzusehen, und hoffte von dessen Besserung auch eine Abnahme dieser Krankheit. Eigentliche gegen die Tuberkulose selbst gerichtete Maßnahmen kennt deswegen die Gesundheitspflege noch nicht. Aber in Zukunft wird man es im Kampf gegen diese schreckliche Plage des Menschengeschlechtes nicht mehr mit einem unbestimmten Etwas, sondern mit einem faßbaren Parasiten zu tun haben, dessen Lebensbedingungen zum größten Teil bekannt sind und noch weiter erforscht werden können. Der Umstand, daß dieser Parasit nur im tierischen Körper seine Existenzbedingungen findet und nicht, wie die Milzbrandbazillen, auch außerhalb desselben unter den gewöhnlichen natürlichen Verhältnissen gedeihen kann, gewährt besonders günstige Aussichten auf Erfolg in der Bekämpfung der Tuberkulose. Es müssen vor allen Dingen die Quellen, aus denen der Infektionsstoff fließt, soweit es in menschlicher Macht liegt, verschlossen werden. Eine dieser Quellen, und gewiß die hauptsächlichste, ist das Sputum der Phthisiker, um dessen Verbleib und Überführung in einen unschädlichen Zustand bis jetzt nicht

genügend Sorge getragen ist. Es kann nicht mit großen Schwierigkeiten verknüpft sein, durch passende Desinfektionsverfahren das phthisische Sputum unschädlich zu machen und damit den größten Teil des tuberkulösen Infektionsstoffes zu beseitigen. Gewiß verdient daneben auch die Desinfektion der Kleider, Betten usw., welche von Tuberkulösen benutzt wurden, Beachtung.

Eine andere Quelle der Infektion mit Tuberkulose bildet unzweifelhaft die Tuberkulose der Haustiere, in erster Linie die Perlsucht. Damit ist auch die Stellung gekennzeichnet, welche die Gesundheitspflege in Zukunft der Frage nach der Schädlichkeit des Fleisches und der Milch von perlsüchtigen Tieren einzunehmen hat. Die Perlsucht ist identisch mit der Tuberkulose des Menschen und also eine auf diesen übertragbare Krankheit. Sie ist deswegen ebenso wie andere vom Tier auf den Menschen übertragbare Infektionskrankheiten zu behandeln. Mag nun die Gefahr, welche aus dem Genuß von perlsüchtigem Fleisch oder Milch resultiert, noch so groß oder noch so klein sein, vorhanden ist sie und muß deswegen vermieden werden. Es ist hinlänglich bekannt, daß milzbrandiges Fleisch von vielen Personen und oft lange Zeit hindurch ohne jeden Nachteil genossen ist, und doch wird niemand daraus den Schluß ziehen, daß der Verkehr mit solchem Fleisch zu gestatten sei.

In bezug auf die Milch perlsüchtiger Kühe ist es bemerkenswert, daß das Übergreifen des tuberkulösen Prozesses auf die Milchdrüse von Tierärzten nicht selten beobachtet ist, und es ist deswegen wohl möglich, daß sich in solchen Fällen das Tuberkelvirus der Milch unmittelbar beimischen kann.

Es ließen sich noch eine Anzahl weiterer Gesichtspunkte über Maßregeln aufstellen, welche auf Grund unserer jetzigen Kenntnisse über die Ätiologie der Tuberkulose zur Einschränkung dieser Krankheit dienen könnten, doch würde eine Besprechung derselben hier zu weit führen. Wenn sich die Überzeugung, daß die Tuberkulose eine exquisite Infektionskrankheit ist, unter den Ärzten Bahn gebrochen haben wird, dann werden die Fragen nach der zweckmäßigsten Bekämpfung der Tuberkulose gewiß einer Diskussion unterzogen werden und sich von selbst entwickeln.
