

ZB MED - Informationszentrum Lebenswissenschaften

Die Tuberkulose

Cornet, Georg

1907

ZB MED - Informationszentrum Lebenswissenschaften

Shelf Mark: Ui VI 1958 -1-

5. Kapitel. Vorkommen und Verbreitung der Tuberkelbazillen außerhalb
des Körpers.

[urn:nbn:de:hbz:38m:1-129164](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:38m:1-129164)

5. Kapitel.

Vorkommen und Verbreitung der Tuberkelbazillen außerhalb des Körpers.

Der Tuberkelbazillus als Parasit.

Das Studium der Infektionswege bedingt die Vorfrage nach der Herkunft der Bazillen, ihrem Vorkommen außerhalb des Körpers, kurz nach den Gelegenheiten zur Infektion.

Die biologischen Eigenschaften des Tb. B. (siehe Seite 28 ff.) versagen ihm eine Vermehrung und Entwicklung außerhalb des Körpers. Denn angenommen, er fände einen passenden Nährboden, so fehlt ihm unter natürlichen Verhältnissen die notwendige gleichmäßige Temperatur über 30° und selbst diese vorausgesetzt, so würde er durch die Konkurrenz der allerwärts üppig gedeihenden Fäulniskeime der Nährstoffe beraubt und alsbald erdrückt und vernichtet werden.

Der Tb. B. ist also ein obligater Parasit und zu seinem Gedeihen ausschließlich auf den menschlichen und tierischen Körper angewiesen, der allein geeignetes Nährsubstrat, zusagende Temperatur und zeitweisen Schutz vor Überwucherung bietet. Soweit wir also in der freien Natur Tb. B. antreffen, müssen wir stets auf einen tuberkulösen Menschen oder ein tuberkulöses Tier als Quelle zurückgreifen.

Mensch und Tier als Propagationsquelle.

Unter welchen Bedingungen verläßt der Tb. B. den menschlichen oder tierischen Körper?

Sitzt der tuberkulöse Herd in einem von außen abgeschlossenen Organe, z. B. im Herzen oder Gehirne, so kommt er für die Verbreitung der Bazillen nicht in Betracht. Eine nur äußerst geringe Bedeutung messen wir auch jenen Erkrankungen bei, die nur zu spärlicher Produktion von Bazillen führen, wie der Lupus.

Dagegen spielen eine große Rolle alle mit einer reichlichen Proliferation der Krankheitserreger einhergehenden chronischen, über Jahre sich hinziehenden Prozesse, namentlich in Organen, die mit der Oberfläche kommunizieren, wie Lunge und Darm, und unausgesetzt an die Außenwelt Keime abgeben.

Nirgends sind diese Bedingungen mehr erfüllt, als bei der menschlichen Lungentuberkulose. Die Größe der Gefahr geht daraus hervor, daß durchschnittlich ein Siebentel aller Menschen an dieser Krankheit zu grunde geht und die meisten Phthisiker Wochen und Monate, selbst Jahre hindurch unzählige Bazillen produzieren und auch an die Luft setzen. Die **bei weitem häufigste Infektionsquelle für den Menschen** ist also ohne Zweifel der tuberkulöse Mensch selbst, und **zwar hauptsächlich** der Phthisiker durch sein Sputum.

Nach dem Tode des Menschen sind Befürchtungen wegen Propagation der Tb. B. wohl kaum berechtigt, da diese durch die Beerdigung und Verwesung nach einer gewissen Zeit zu grunde gehen (siehe Seite 40).

Bazillen in Regenwürmern. Als Kuriosum wäre anzuführen, daß Lortet und Despeignes, nachdem sie längere Zeit Regenwürmer in Blumentöpfen in einer Erde gehalten hatten, in der tuberkulöses Sputum vergraben war, in diesen Tieren selbst und deren Exkrementen Tuberkelbazillen gefunden haben. Ein wirklich praktischer Wert für die Verbreitung der Tb. ist diesem Befunde wohl kaum zuzuerkennen. Außerdem ist eine Verwechslung mit säurefesten Erdbazillen, die nach Herr in der Ackererde häufig vorkommen, nicht ausgeschlossen. — Ebenso spielt die Verbreitung der Tb. B. durch Fliegen (s. S. 117), durch Papageien (S. 206) oder sonstige Stubenvögel (Tucker [Lancet Nr. 3951]) im ganzen nur eine Rarität.

Fäces und Urin haben für die Infektion nur eine untergeordnete Bedeutung; denn sie sind meist bazillenarm, überdies werden sie feucht entleert, gelangen in den Abort und werden durch Fäulnis relativ bald ihrer Infektiosität beraubt. Auch die unvorsichtige Entfernung von tuberkulösen Sekreten, z. B. Eiter, bildet nur selten eine Übertragungsgelegenheit.

Anders und weit weniger gefährlich liegt die Verbreitung der Tb. B. von Seite der Tiere, selbst wenn wir die volle Identität der Menschen- und Tiertuberkulose annehmen würden. Beim Tiere handelt es sich meist um mehr oder minder abgeschlossene Herde, außerdem werden die Tiere, wenn erst merklich erkrankt, frühzeitig geschlachtet, so daß der Produktion von Bazillen und deren Verbreitung gewisse Grenzen gezogen sind.

Immerhin können während des Lebens Fäces, Urin und die eitrigen Sekrete der Tiere eine Propagationsquelle bilden, zumal sie weniger strikte beseitigt werden als beim Menschen. Doch fallen auch hier die darin vorhandenen Krankheitskeime durch die sich rasch einstellende Fäulnis der Vernichtung anheim. Über Fleisch und Milch siehe Seite 58—66, 103—111.

Anscheinend zu gering aber wird das Vorkommen von Tb. B. in den Sekreten größerer Tiere angeschlagen. Koch meinte „die Tiere produzieren bekanntlich kein Sputum, so daß von ihnen während des Lebens aus den Respirationswegen keine Bazillen ins Freie geliefert werden“. Weitere Befunde haben uns jedoch belehrt, daß dies zwar bei Meerschweinchen und

Kaninchen der Fall ist, hingegen bei den größeren Tieren und bei längerer Dauer der Krankheit in den Sekreten sich nicht so selten Tb. B. finden.

Schon vor Entdeckung des Tb. B. hat Toussaint durch den Nasenschleim einer tuberkulösen Kuh bei Kaninchen Tb. hervorgerufen. Auch im schleimig-eitrigen Vaginalausflusse von Kühen wurden bei Uterustuberkulose von Siegen Tb. B. gefunden. Diese Befunde mögen immerhin für die Umgebung tuberkulöser Rinder Berücksichtigung erheischen.

Bei diesen Tieren, wo die Verhältnisse ganz anders als beim Menschen liegen, spielt auch die Verstreung infektiöser Tröpfchen durch Pusten aus der Nase eine gewisse Rolle, worauf zuerst Johnne aufmerksam machte. Ravenel hat bei tuberkulösen Kühen wiederholt in dem durch die Nase ausgehusteten Spray Tb. B. nachgewiesen, siehe dagegen Günther und Harms.

Verbreitung der Tuberkelbazillen durch die Luft.

Der Phthisiker als Infektionsquelle. — Verbreitung der Tb. B. durch Sputum. — Die Expirationsluft keimfrei.

Die Hauptrolle in der Verbreitung der Tb. B. spielt entschieden das phthisische Sputum.

Die kolossale Menge von Bazillen im Auswurf stempelt ihn zum gefährlichsten Feinde der Menschheit. Man hat sogar ausgerechnet, daß ein einzelner Mensch deren 7200 Millionen täglich produzieren könne.

Früher hielt man auch jeden Atemzug des Phthisikers mit Bazillen belastet, die von der Luft über Berg und Tal fortgetragen werden. Heute wissen wir definitiv, daß der Atem Schwindsüchtiger ungefährlich ist. Denn korpuskuläre Elemente können von feuchten Oberflächen durch darüber hinstreichende Luftströmungen nicht losgelöst werden, durch Verdunstung nicht in die Umgebung gelangen (Buchner, Nägeli u. a.). Ebensowenig vermögen sich Bazillen von der feuchten Oberfläche der Krankheitsherde und der unseren ganzen Respirationstraktus auskleidenden Schleimhaut abzuheben. Die Expirationsluft ist daher, selbst wenn sie aus Kavernen kommt und über tuberkulöse Herde streicht, keimfrei.

Schon Tyndall hatte nachgewiesen, daß die ausgeatmete Luft optisch rein sei und keine festen Körper irgendwelcher Art enthalte. Das Festhalten der Keime an feuchten Oberflächen und die Reinheit der Atemluft sind durch zahlreiche Versuche von Nägeli, Nägeli & Buchner, Wernich, Gunning, Celli & Guarnieri, Kummel, Fr. Müller, Sormani & Brugnattelli, Charrin und Karth, Straus & Dubreuilh festgestellt und durch Experimente von Tappeiner, Sirena & Pernice, Cadéac & Malet weiter bestätigt. In den Versuchen letzterer wurden Tiere dem Atem von Tuberkulösen oder der Luft, die durch phthisisches Sputum gegangen, ausgesetzt, ohne in der Folgezeit Spuren von Erkrankung zu zeigen.

Demgegenüber können die vereinzelt widersprechenden Mitteilungen von Giboux, Ransome, Karst und Bollinger schon wegen der mangelhaften Versuchsanordnung nicht in die Wagschale fallen.

Neuerdings hat diese Tatsache v. Weismayr sowie Kölzer, letzterer an 15 Phthisikern, bestätigt. Die einzige Ausnahme bei einem vorgeschrittenen Larynxphthisiker läßt auch an die Möglichkeit einer zufälligen Versuchsstörung denken.

Ebensowenig können Bazillen aus **Sputum**, so lange es **feucht** ist, frei werden. Auch **dieses** ist also **ungefährlich**, die seltenen Fälle eines direkten Kontaktes mit Wunden abgerechnet. Im übrigen stellt sich dann bald Fäulnis ein, welche die Bazillen vernichtet, sofern nicht schon vorher das Sputum dem Abort zugewiesen und so aus der Reihe der Infektionsträger zunächst eliminiert wird.

Erst wenn das Sputum **trocknet** und sich in Staub verwandelt, werden die Tb.B. ihrer Fesseln ledig und in Form kleinster Stäubchen schweben sie, vom Lufthauch getragen, empor und können mit der Atmungsluft in den Körper gelangen.

Das getrocknete Sputum.

Weitaus die gefährlichste Infektionsquelle von allen bildet demnach **getrocknetes Sputum**. Die Eintrocknung findet am meisten auf der Straße und in den Wohnungen statt, wo die Patienten auf den Boden oder ins Taschentuch spucken.

Aber auch diese Gefahr muß auf das gebührende Maß zurückgeführt werden. Denn nicht sowohl die Zahl der Bazillen an sich ist maßgebend, als vielmehr ihre Lebens- und Vermehrungsfähigkeit, bedingt durch eine Reihe Faktoren, die früher oder später die Vitalität ohne unser Zutun vernichten.

Tote Bazillen im Sputum. — Beschränkte Lebensdauer im Körper.

Der Tb.B., d. h. das Einzelindividuum scheint im Körper, wie bereits Koch vermutete, frühzeitig abzusterben. Im Sputum und Kaverneninhalt sind die meisten Tb.B. nach Kitasatos Experimenten bereits tot, wenn sie auch mikroskopisch von ihren lebenden Genossen sich nicht unterscheiden lassen. Doch irren jene optimistischen Schwärmer, welche daraus eine relative Gefährlosigkeit des Sputums schließen und eine nachlässige Behandlung desselben entschuldigen wollten, denn durch Verimpfung kleiner Partikelchen können wir uns überzeugen, daß unter den tausenden Bazillen, die wir in den Tierkörper einführen, stets einige vollkommen lebenskräftig sind, sich weiter entwickeln und genügen, um den Tod des Tieres herbeizuführen.

Hesse wollte aus seinen Versuchen schließen, daß fast alle Bazillen im Sputum noch lebensfähig sind. Nach eigenen zahlreichen Kultivierungen kann ich mich dieser Ansicht nicht anschließen, sondern muß Kitasatos Behauptung bestätigen.

Jedenfalls ist die Gefahr gegenüber früheren Vorstellungen sehr reduziert und die Übertreibung dieser Infektionsgelegenheiten durch Kitasatos Befunde ad absurdum geführt.

Beschränkte Lebensdauer der Tuberkelbazillen außerhalb des Körpers.

Auch die vollvirulenten Bazillen haben, selbst wenn das Sputum trocknet, eine nur begrenzte Lebensdauer. Nach zirka sechs Monaten ist in größeren Mengen Auswurf kein entwicklungsfähiger Keim mehr enthalten, die Bazillen sind tot.

In dünnen Schichten gehen sie schon nach wenigen Wochen und Monaten zu grunde. Es ist also ein logisches Nonsens von einer durch Jahre akkumulierten Verseuchung eines Ortes oder einer Wohnung durch Tb. B. zu sprechen.

Die Verstäubung.

Man muß sich darüber klar werden, daß die Verstäubung achtlos ausgeworfener Sputa nicht so leicht vor sich geht, wie man gemeinhin annimmt. Denn infolge seiner chemischen Zusammensetzung trocknet der Auswurf, wie alle zähklebrigen Stoffe nur langsam und nur dann, wenn die Luft nicht zu feucht ist. Je trockener die Luft z. B. bei Ostwind, bei Heißluft- oder Gasheizung wird, um so rascher erfolgt die Austrocknung, um so leichter ist die Verreibung, um so feiner wird das Pulver. Auf der Straße besorgen die Verreibung der Sputa Tausende von Füßen, die darüber hinwegstreifen, die Räder der Fuhrwerke, das Kehren mit Besen und Walzen — in der Wohnung die Schuhe der Inwohner (die oft absichtlich den Auswurf verwischen), ferner das Fegen und Wischen der Böden, das Klopfen der mit gröberen Sputumteilen infizierten Kleider, Möbel und Teppiche.

Durch Beimischung von Staub wird die Austrocknung der Sputa wesentlich begünstigt, und zwar in verschiedenem Grade, je nach seiner Menge, nach Art und Herkunft, nach seiner Feinheit und seinen hygroskopischen Eigenschaften. Der Klebstoff des Sputums wird dadurch anderweitig gebunden und die Bazillen, sonst durch das Mucin an die Scholle gefesselt, werden bei mechanischer Verreibung leichter aus dem Zusammenhang gerissen und dauernd auseinander gehalten.

Erst nach Stunden und Tagen hat der Auswurf seine Metamorphose vom geballten Sputum bis zum leicht beschwingten Stäubchen beendet. Wohl nur ein kleiner Teil der Sputa wird zu so feinem Pulver verrieben, daß er durch die Luft gelangen und in die feinsten Bronchien eindringen kann. Die Hauptmasse wird durch die tägliche Reinigung beseitigt oder bildet, zu gröberen Partikeln vereinigt, eine **bedrohliche Reserve** von der

noch **nach Wochen neue Schwärme** Bazillen durch Verreibung mobil gemacht werden können. Gerade in dieser **langen Lebensdauer** liegt eine der **Hauptgefahren** von Seite trockener Sputa gegenüber den kurzlebigen sogenannten Tröpfchen.

Wenn die Bazillen schon flugfähig sind, wird oft die drohende Infektionsgefahr mit einem Schlage wieder beseitigt, falls die Luftfeuchtigkeit über ein gewisses Maß steigt, also bei Regen, Schnee, Nebel, oder im Innenraum bei feuchter Reinigung, bei Anhäufung von Personen oder bei Dampfbildung durch Kochen. Die stark hygroskopischen Sputumteile ballen sich wieder zusammen und verkleben zu größeren Klümpchen.

Der große Einfluß der Luftfeuchtigkeit ist mir recht klar geworden, als ich einmal mit vieler Mühe getrocknetes Sputum in einem mäßig feuchten Keller fein pulverisierte und am nächsten Tage, wo ich es zu trockener Inhalation verwenden wollte, nur mehr zusammengeklebte Krümelchen fand, die zur Inhalation untauglich und in dieser Hinsicht also ungefährlich waren. Ein weiterer Beweis ist das frühere Mißlingen der trockenen Inhalationsversuche infolge zu großen Wassergehaltes der Luft. Siehe Seite 133—135.

Erst mit dem Sinken der allgemeinen Feuchtigkeit schreitet die Vertrocknung wieder vorwärts.

Der Einfluß des Mucingehalts, der Luftfeuchtigkeit, sowie der Beimengung anderer Staubarten auf die Verstäubung von Sputum harren noch eingehender Studien und exakter Bestimmung.

Die im Freien herrschenden Luftströmungen vermögen viel gröberen Staub, als er hier in Frage kommt, auf weite Entfernung zu verschleppen; dies wird uns durch den Schmutz, der durch die Fenster der höchsten Stockwerke eindringt, täglich vor Augen geführt. Aber auch im Innenraum erzeugt das Hin und Hergehen, Öffnen der Türen und Fenster, Fegen der Böden und Wände, Abstauben mit Wedeln und Tüchern, Klopfen und Bürsten der Vorhänge, Teppiche und Kleider, das Schleifen der Schleppen, Aufschütteln der Betten und in der warmen Zeit bei offenen Fenstern der Wind, der die Vorhänge oft wie ein Segel aufbläht (vom Getriebe in Werkstätten, Schulen gar nicht zu reden), täglich oft unzählige Male Luftströme, welche weit über das zum Transport staubförmiger Tb. B. nötige Maß der Geschwindigkeit hinausgehen.

Es ist daher schwer begreiflich, wie ein Autor die Einatmung trockener Sputumteile als „unwahrscheinlich“ und als „ein Kuriosum“ bezeichnen konnte und wie er angesichts der weit schwereren Kohlen-, Stein- und Eisenteile, die in der Luft schweben und in die Atmungsorgane eindringen, beim getrockneten Sputum die genügend feine Verstäubung und Schwebefähigkeit sehr in Frage stellen und als unwahrscheinlich absprechen wollte.

Im ruhigen Zimmer beträgt die mittlere Luftgeschwindigkeit 1—2 mm pro Sekunde — erst bei 100 mm wird sie fühlbar — in der Nähe des

Fensters oder der Ventilation steigt sie auf 500—1000 *mm* pro Sekunde; noch weiter „beim Gehen und bei Hantierungen“ — bei der Atmung an der Nasenöffnung erreicht sie 2000 *mm* und darüber. Nun zeigen Neissers Versuche, daß Sputum, mit anderem Staube vermischt und verstäubt, schon bei 3—5 *mm* Geschwindigkeit transportabel ist und infektiös wirkt — mit geringeren Werten hat man es anscheinend nicht versucht — die Tb.B. sind also „zweifelloso unter die leicht verstäubbaren Bazillen einzureihen“ und doch sollen sie bei der durch kleinste Manipulationen erhöhten Luftgeschwindigkeit nur so selten in unsere wie eine Saugpumpe wirkenden Atmungsorgane aufgenommen werden?!

Beim Fegen gelangen die Bakterien bis zur Decke (Hutchison). Die mehrfach an der oberen Türleiste und auf dem Ofenrohr „weit über Kopfhöhe“ mit feuchtem Schwamm und „trockenem Pinsel“ entnommenen Tb.B. sind ein weiterer Beweis, daß diese Stäubchen um vieles höher fliegen, als zur Infektion des Menschen notwendig ist. Der aufgewirbelte Staub lagert sich zwar nach $\frac{1}{2}$ —1 Stunde wieder ab und nach 2 Stunden ist die ruhige Luft wieder vollkommen entstäubt, aber diese Zeit genügt bei 10—20 Atemzügen in der Minute vollkommen, um Tb.B., an feinste Stäubchen gebunden, unseren Atmungsorganen zuzuführen.

Ein so geringer Teil vom Sputum auch zur feinsten Verstäubung gelangen mag, seien es von Milliarden Bazillen nur Tausende, die flügge werden, so wenig die Einatmung der Bazillen jedesmal eine Infektion zur Folge hat (siehe Infektion der Lunge), so ist und bleibt doch das Sputum im trockenen Zustande bei der ungeheuren Zahl der darin enthaltenen und täglich an die Luft gesetzten Tb.B. die Hauptquelle der tuberkulösen Infektion, die einzige, welche praktisch schwer ins Gewicht fällt und gegen die alle anderen Infektionsquellen verschwinden.

Bazillen im Freien.

Man hört oft die Gefahren der Inhalation auf der Straße betonen. Doch mit Unrecht! Unendlich groß ist freilich die Zahl der im Freien abgesetzten Tb.B., aber unendlich wirksam auch ihre Vernichtung durch die frei waltenden Naturkräfte. Wohl nur ganz ausnahmsweise erreichen hier die Bazillen ihre experimentell festgestellte maximale Lebensdauer von zirka $\frac{1}{2}$ Jahr. Unsere Alliierten im Kampfe gegen die Bazillenbrut sind Feuchtigkeit und Trockenheit, Sonnenlicht und der unendliche Luftraum.

Auf der Straße kommt es infolge der atmosphärischen Niederschläge selten zu so intensiver Trocknung wie sie für die Einatmung nötig ist. Man vergegenwärtige sich die ungezählten Kubikmeter Wasser, welche alljährlich als Regen, Schnee oder Nebel niederfallen. In Berlin wurden z. B. 1901, einem keineswegs schneereichen Winter, 99.341 Fuhren (1894 sogar 340.603 Fuhren) Schnee abgefahren.

In bevölkerten Städten, wo viel Sputum auf die Straße gelangt, bildet auch eine gut geregelte Straßenreinigung einen mächtigen Schutzfaktor. In Berlin wurde z. B. nach dem Verwaltungsberichte des Magistrates 1901 in sieben Monaten zur Wasserbesprengung 1.223,760.500 l Wasser verbraucht, wobei an mehr als 50 Tagen wegen Regen oder genügender Feuchtigkeit das Sprengen unterblieb.

Alle diese Wassermassen verhindern die Bazillen an der Vertrocknung und schwemmen dieselben, nachdem sie durch Schuhwerk und Fuhrwerksräder vom Boden losgescheuert oder weggekehrt sind, in die Abzugskanäle.

Auch dem zurückbleibenden Reste Sputums ist dank der eminent zerstörenden Kraft des Sonnenlichtes nur ein kurzes Dasein beschieden. Tb.B. gehen (siehe Seite 41) bei direkter Bestrahlung durch die Sonne nach wenigen Minuten, in diffusem Lichte nach mehreren Tagen zu grunde. Das Sonnenlicht ist also ein Desinfektor sondergleichen und dem ist es hauptsächlich zuzuschreiben, daß sich im Freien virulente Bazillen niemals in nennenswerter Zahl finden.

Der minimale Prozentsatz infektionsfähiger Tb.B., der übrig bleibt, wird durch alle Winde verstreut und in so enorme Luftquantitäten verteilt, daß ihre Einatmung sehr unwahrscheinlich ist. Sie verlieren sich im unermesslichen Luftmeer und gehen dort — *les extrêmes se touchent* — an der intensiven Austrocknung und der allseitigen Belichtung rasch zu grunde.

Auch eine Kontaktinfektion ist auf der Straße, wenigstens für Erwachsene, so gut wie ausgeschlossen.

Bazillen in der Wohnung.

Ganz anders liegt das Verhältnis, wenn Auswurf in der Wohnung zur Vertrocknung gelangt. Hier spielen Sonne und Licht lange nicht die intensive Rolle wie im Freien, wo das Licht ungeschwächt ohne jede Abblendung seine Kraft entfalten kann.

In dunklen Räumen ist, *ceteris paribus*, die Infektionsgefahr am größten und hält am längsten an.

Mit Recht werden daher seit alters vom Lichte abgeschlossene enge Gassen, Höfe und Wohnungen als eine besondere Brutstätte der Tb. und Skrofulose angesehen. Wie lange der Staub, besonders in einem dunklen Zimmer, seine Virulenz halten kann, zeigte eine meiner Beobachtungen, wo ich noch sechs Wochen nach dem Tode einer Phthisika an der in der Nähe ihres Bettes gelegenen Wand virulente Tb.B. nachwies (siehe Lit.-Verz. Cornet).

In der Stube sind die Bazillen außerdem nur auf ein relativ kleines Luftvolumen, 30—50m³, zusammengedrängt, in dem sie unter Umständen Tage, Wochen, Monate sich anhäufen. Dazu wird die Luft oft höchst mangelhaft und ungenügend erneuert, lauter Gründe, aus denen

sich in bewohnten Räumen unendlich viel mehr Bazillen finden können, als im Freien, wenn hier noch so viele Phthisiker auswerfen.

Die feuchte Reinigung des Fußbodens, die als Ersatz der in der Natur wirksamen meteorologischen Niederschläge zur Verminderung der Infektionskeime in der Wohnung beitragen sollte, hängt nur zu sehr von dem individuellen Reinlichkeitssinn der Bewohner ab. (Siehe auch Kapitel Infektion der Wohnung.)

Demnach ist offenbar auf der Straße die Verbreitung der Bazillen und die Gefahr einer Infektion weit geringer als in der Wohnung. Dort übernimmt die Natur den sonst aussichtslosen Vertilgungskampf, hier aber werden nur zu oft die natürlichen Hilfskräfte, Licht und Luft, ausgeschaltet.

Diese theoretischen Schlußfolgerungen sind durch die Praxis bestätigt.

Experimenteller Nachweis der Bazillen im Staub.

Schon bald nach Entdeckung des Tb.B. versuchte man ihn hier und dort außerhalb des Körpers nachzuweisen, aber im seltsamen Widerspruch zur allgemein verbreiteten Hypothese seiner Allgegenwart, konnte man ihn lange nirgends finden. Die diesbezüglichen Versuche Williams, Celli & Guarnieris, v. Wehdes (unter Bollingers Leitung) und v. Baumgartens waren ohne Erfolg geblieben.

Auch dem Verfasser ist dieser Nachweis nur dadurch gelungen, daß er die Bazillen dort suchte, wo erfahrungsgemäß häufig Ansteckungen stattfinden: in der nächsten Umgebung der Phthisiker. Aber selbst hier war nicht anzunehmen, daß der Tb.B. sich schon in einigen Litern Luft vorfände, da sonst Infektionen noch weit häufiger sein müßten: die direkte Untersuchung genügend großer Quantitäten Luft erschien aber nach unseren früheren Methoden von Miquel, Petri u. a. kaum durchführbar. So wählte ich das natürliche Sediment der Luft, den aus ihr niedergelegten Staub, in der berechtigten Annahme, daß in der Luft befindliche Tb. B. als korpuskuläre Elemente nur eine Zeitlang sich schwebend erhalten und dann den Gesetzen der Schwere folgend, sich ebenso wie der Staub absetzen müssen. War es doch bekannt, daß sie selbst in schwereren Medien, wie dem Eiter, zu Boden sinken. Zur Untersuchung wurde der Staub von Stellen verwendet, bei denen eine direkte **Verunreinigung** durch tuberkulösen Auswurf, sei es durch **Anspucken** oder **Anhusten** oder durch mit Sputum beschmutzte **Finger, Tücher**, Gefäße oder sonstige Gegenstände, **fast undenkbar** war.

Namentlich wurden die hinter dem Kopfe des Patienten befindliche Wand sowie die mittlere Querleiste am Kopfende des Bettgestelles, wo dieses an der Wand anstieß und also Monate, vielleicht Jahre lang nicht

berührt worden war, ferner hochhängende Bilder und Uhrgehäuse ausgewählt, wo die Bazillen **aus der Luft** sich ablagern mußten.

Die Frage der Lebensfähigkeit der Bazillen konnte nicht die mikroskopische Untersuchung, sondern lediglich das Tierexperiment entscheiden. Dieser Tierversuch und gerade die intraperitoneale Einspritzung beim Meerschweinchen bietet nach allgemeiner Erfahrung das feinste und zuverlässigste Reagens auf Tb.B. Falls solche überhaupt im Staube waren, wenn auch in geringster Zahl, so konnten sie der Untersuchung nicht entgehen, sondern hatten eine mehr oder minder ausgesprochene Peritonealtuberkulose zur unabweisbaren Folge.

Das Ergebnis der Versuche war kurz folgendes:

	Wievcl Staub- proben im ganzen?	In wieviel Fällen ist wenigstens 1 Tier tuberkulös?	In wieviel Fällen sind die Tiere gesund geblieben?	Wievcl Tiere im ganzen?	Wievcl Tiere davon sind an anderen Krank- heiten gestorben als an Tuberkulose?	Wievcl Tiere sind im ganzen tuberkulös geworden?	Wievcl Tiere sind im ganzen gesund geblieben?
In 7 Krankenhäusern	38	15	12	94	52	20	22
In 3 Irrenanstalten	11	3	6	33	16	13	14
In 2 Gefängnissen	5	—	4	14	6	—	8
Im Inhalations-Versuchszimmer	2	1	1	4	—	2	2
In Wohnung, Werkstätten von Privatpatienten:							
a) mit positivem Nachweis . .	27	21	—	75	38	34	3
b) mit negativem Nachweis . .	35	—	22	95	53	—	42
Poliklinik, Waisenhaus, patho- logisches Institut	12	—	9	28	14	—	14
Chirurgische Säle	3	—	3	8	1	—	7
Straßen u. s. w.	14	—	12	41	16	—	25
Hauptergebnis . . .	147	40	69	392	196	69	137

Es hatte sich also gezeigt, daß Tb.B. in virulentem Zustande in der Regel nur in Wohnungen, Anstalten, Werkstätten, Hotels vorhanden sind, wo Phthisiker sich aufhalten. Aber selbst in der nächsten Umgebung der Phthisiker fanden sich die Tb.B. nur dann, wenn die Kranken mit ihrem Auswurfe unvorsichtig umgingen, wenn sie ihn auf den Boden oder ins Taschentuch entleert und dadurch Gelegenheit zur Austrocknung und Verstäubung gegeben hatten.

Und schließlich erwies sich der Infektionskreis selbst dort als relativ eng, offenbar da nach diesbezüglichen Versuchen Cornets die stark hygroskopischen Eigenschaften des getrockneten, klebrigen, mucinreichen Sputums

und der mucinreichen Tb. B. (Weyl) einer feinen Verteilung und einem weiten Transporte, besonders durch eine wenig bewegte Luft, bis zu einem gewissen Grade entgegenwirkten (siehe Seite 104).

Das Bedenken v. Baumgartens, es könnten möglicherweise die Wände, von denen der Staub entnommen, durch den Kot von Fliegen, welche von dem Inhalt der Spucknapfe phthisischer Personen genascht hatten, verunreinigt gewesen sein, wird am besten dadurch widerlegt, daß gerade dort, wo ein Spucknapf benützt wurde und die Fliegen die beste Gelegenheit zum „Naschen“ gehabt hätten, keine Bazillen, wo jedoch ins Taschentuch gespuckt wurde, den Fliegen das „Naschwerk“ also entzogen war, Bazillen gefunden wurden. Übrigens fallen diese Untersuchungen in den Winter und ins erste Frühjahr, wo es also seit langem keine Fliegen gab.

Gegen eine eventuelle Verunreinigung der Entnahmestellen durch ausgehustete Tröpfchen oder Kontakt (Heymann) habe ich mich durch die bei der Auswahl maßgebenden Gesichtspunkte (siehe Seite 107) genügend geschützt. Im übrigen haben Engelmann, Moeller u. a. experimentell nachgewiesen, daß hinter dem Kopfe des Patienten, wo ich die Proben entnahm, sich überhaupt niemals natürliche Hustentröpfchen vorfinden (siehe Seite 114), also ebensowenig die mittlere Bettleiste am Kopfende, die Bilder etc. verunreinigt haben können.

Sollte aber wirklich in dem einen oder anderen Falle eine Kontaktinfektion stattgehabt haben, so wird bei der relativ großen Zahl der Untersuchungen das Gesamtergebnis dadurch in keiner Weise verändert.

Solche Bedenken sind also hinfällig. Denn maßgebend für das Auffinden der Bazillen war nicht der explosive Husten, sondern lediglich, ob die Kranken herumsputzten oder nicht. Nur in jenen Räumen wurden Bazillen nachgewiesen, wo die Phthisiker ins Taschentuch oder auf den Boden spuckten, dagegen selbst nicht in der nächsten Nähe der Phthisiker (36 Staubproben), falls diese reinlich waren. Wo blieb da die gefürchtete Verstreuerung durch explosiven Husten? Wurden doch die Bazillen auch in stark frequentierten Polikliniken und Wartezimmern vermisst, trotz zahlreicher hustender Phthisiker.

Auch Heymann fand unter seinen Privatkranken in zahlreichen Fällen bei Personen, die nur in Gefäße spuckten, keine Bazillen, obwohl starker Husten eigens hervorgehoben, eine Tröpfchenverstreuerung also vorzüglich begünstigt war, dagegen war unter seinen positiven Fällen häufig ausdrücklich notiert, daß der Betreffende auf den Boden und in das Taschentuch gespuckt hat. Wider Willen bestätigt also Heymann meine Befunde und widerlegt sich selbst. *Sapienti sat.*

Wenn Volland meint, die an der Wand gefundenen Tb. B. stammten nicht aus der Luft, sondern seien beim Aufschütteln des Bettes (doch wohl auch durch die Luft?! Verfasser) dorthin geschleudert worden, so wird das durch den Fund von Tb. B. an Stellen, wo keine Betten waren (in Werkstätten), hinlänglich widerlegt.

Im übrigen sind die Staubversuche allgemein als beweisend anerkannt und durch weitere Untersuchungen von Rembold, beziehungsweise Schliephake, v. Krüger, Kastner, Bollinger, Kustermann, Enderlen, Prausnitz, Petri, Martin Kirchner, Gotschlich im positiven wie negativen Sinne bestätigt worden.

Kirchner z. B. aufmerksam gemacht, daß im Herbst 1893 ein Feldwebel, im Juni 1894 und im Mai 1895 je ein Sergeant an Lungentuberkulose erkrankt waren, welche alle drei vorher längere Zeit den Dienst als Kammerunteroffiziere versahen, konnte im Staube der betreffenden Montierungskammer virulente Tb.B. durch die Impfung nachweisen.

Wagners Untersuchungen des Staubes (36 Proben) in einer streng hygienisch gehaltenen Lungenheilstätte (darunter Untersuchungszimmer, Laboratorium und Liegehalle) ergaben nur drei positive Resultate, darunter zwei Proben in der Nähe einer notorisch unvorsichtigen Kranken und eine Probe im Umkreise eines zerschlagenen Spucknapfes. Heymann, der zum Teile „ganz entfernte Stellen“, also nicht aus der direkten Nähe des Kranken, untersuchte, Stellen, wo nach meinen früheren Ausführungen sich die Bazillen viel seltener finden, erhielt natürlich auch weniger positive Resultate; unter 239 Staubproben fanden sich 44mal = 18.4% virulente Bazillen, und zwar in zum Teile unreinlichen Privatwohnungen unter 116 Proben in 12%, in Krankenhäusern unter 123 Proben in 24.3%. Ohne daß nachgewiesenermaßen Phthisiker in der Nähe waren, findet man in der Regel keine Tb.B. So sind die Untersuchungen von Kelsch (Staub an den Kasernen), Belli (Staub auf den Kriegsschiffen, 39 Proben) und Cacace (Schulstaub), Kunz (20 Straßenstaubproben an den Stiefeln) negativ ausgefallen. In den Büchern einer Volksbibliothek, soweit sie längere Zeit im Umlaufe waren, hat Mitulescu mehrmals Tb.B. nachweisen können.

Im ganzen sind bis jetzt über 500 Staubproben auf mehr als 800 Tiere verimpft worden, die Versuche also hinlänglich ausgedehnt, um zu allgemeinen Schlüssen zu berechtigen.

Es ist anzunehmen, daß dort, wo mir der Nachweis von Bazillen nicht gelang, auch faktisch keine oder sicher nicht in nennenswerter Zahl vorhanden waren.

Denn fürs erste wurde der Staub aus der allernächsten Nähe der Phthisiker entnommen, wo, falls überhaupt Bazillen in die Luft gelangt waren, die größte Wahrscheinlichkeit vorlag, sie zu finden;

zweitens war die Quantität des untersuchten Staubes genügend groß, denn sie repräsentierte den Niederschlag aus mindestens 51.000 l Luft, mithin mehr, als ein Mensch in 102.000 Atemzügen einatmet;

drittens bildet die intraperitoneale Impfung auf Mehrschweinchen ein ausnahmslos sicheres Reagens; wurde doch sogar ausgerechnet, daß 43 (?) Tb.B. aus dem Sputum, in welchem zudem weitaus die meisten Bazillen schon abgestorben sind, eine sichere Tb. herbeiführen (siehe Seite 239).

Diese Resultate geben also ein Bild, das der tatsächlichen Verbreitung der Tb.B. außerhalb des Körpers entspricht.

Im Freien, im Straßenstaub sind an Stellen, die vor direktem Anspucken geschützt waren, bis jetzt trotz zahlreicher Versuche¹⁾ niemals Tb. B. gefunden worden; auf der Erde selbst mögen sie häufig vorkommen, offenbar wirken aber alle die früher besprochenen Faktoren hinlänglich auf ihre Vernichtung und Beseitigung ein und verhindern eine feine Pulverisierung, so daß die Infektionsgefahr im Freien jedenfalls keine bedeutende Rolle spielt.²⁾

Diese Annahme wird übrigens, wie ich seinerzeit nachgewiesen habe, auch dadurch bestätigt, daß Straßenkehrer, welche fortwährend die direkteste Gelegenheit haben, diesen Staub einzuatmen, trotz vieljähriger Beschäftigung (einige über 30 und 35 Jahre lang) in ihrem anstrengenden Dienste außerordentlich selten an Tb. erkranken. Spätere Erhebungen von mir ergaben das gleiche Resultat auch für die Kutscher.

Schnirers Versuch, der durch Spülwasser von Weintrauben, die auf offener Straße in Wien zum Verkauf ausgestellt waren, Tb. hervorgerufen hat, läßt die Möglichkeit einer Verunreinigung durch bazillenhaltigen Straßenstaub oder durch tuberkulöse Verkäufer oder Käufer zu, vorausgesetzt, daß dieser vereinzelte Versuch wirklich mit allen bakteriologischen Kautelen angestellt ist.

Tröpfcheninfektion.

Manche Menschen erzeugen bekanntlich beim Sprechen und besonders beim Niesen und Husten einen Sprühregen größerer und feinsten Schleimtröpfchen; auf solche Weise können unter Umständen bei Phthisikern auch Tb. B. verbreitet werden (Cornet 1888, Z. f. H., V., S. 304, 315 und 316). Nach Flügge (1897) sollte die Einatmung dieser feinsten Tröpfchen sogar „eine der häufigsten Übertragungsweisen der Phthise“ bilden. Durch seiner eigenen Schüler Arbeiten (Laschtschenko, Heymann, Sticher, Neisser, Beninde), namentlich aber durch die Untersuchungen von anderer Seite (v. Weismayr, Engelmann, Moeller, Kirstein, Königer, Hutchinson, Saugmann) erscheint jedoch die Tröpfcheninfektion der ihr zugesprochenen Bedeutung wieder entkleidet.

Lassen wir die experimentellen Tatsachen sprechen!

Wenn man Prodigiosuskulturen fein verteilt dem Mundspeichel beimischt, so werden beim Sprechen und Husten prodigiosushaltige Schleimtröpfchen oft bis zu 4 m, bei größerer Luftgeschwindigkeit bis zu 30 m verbreitet und halten sich eine bestimmte Zeit — künstlich versprühte Prodigiosuskeime nach Flügge 5—6 Stunden — in Schweben.

¹⁾ Gotschlich fand auch neuerdings in 119 Staubproben aus Räumen mit starkem Menschenverkehr, Wartesälen großer Bahnhöfe, **niemals** Tb. B..

²⁾ Man findet ab und zu zitiert, daß Marpmann Tb. B. im Straßenstaub gefunden habe. Ein Bakteriologe wird aber diese Versuche kaum ernst nehmen können, da es diesem Autor nach der gleichen Mitteilung auch gelungen ist, aus sterilisierten Tuberkelbazillen (!) noch Reinkulturen anzulegen.

Auf dieses Experiment hin hat man sich zu der übertriebenen Vorstellung von der Gefahr der Tröpfchenverbreitung verführen lassen.

Nun sei vor allem bemerkt, daß dieses Versprühen nicht generell, sondern nur eine Eigenheit mancher Personen ist und auch unter diesen die Menge der versprühten Tröpfchen individuell außerordentlich variiert, sogar von Sprache und Dialekt abhängig ist (Koeniger). Dadurch wird von vornherein die Bedeutung der Tröpfcheninfektion wesentlich eingeschränkt.

Bei der Tb. liegen aber überdies die Verhältnisse prinzipiell ganz anders als beim Prodigiosusversuch.

Zwar wird hin und wieder auch bazillenhaltiges Sputum bei heftigem Husten der Phthisiker herausgeschleudert, wie meine Versuche bereits 1889 dargetan haben.

Ich suchte in einem Krankenhause besonders Phthisiker mit sehr bazillenreichem Auswurf und mit heftigem explosiven Husten aus, wobei am ehesten kleine Schleimpartikelchen mit herausgerissen werden. Jeden ließ ich sofort beim Husten die Innenfläche einer Petrischen Schale vor den Mund halten. Eineinhalb Stunden kontrollierte ich selbst die exakte Ausführung des Versuches. Den Rest des Tages überließ ich sie dem guten Willen des Patienten. Am darauffolgenden Tage wurde die Schale mit zirka 4 g sterilisierten Wassers ausgewaschen und der Inhalt jeder einzelnen je einem Meerschweinchen intraperitoneal injiziert.

Im ganzen hatte ich im Laufe dieser Versuchsreihe 18 solcher Patienten. In zwei Schalen fanden sich schon makroskopisch deutlich erkennbar, mehrere größere angetrocknete Sputumpartikel. Die Impfung erzeugte in diesen beiden Fällen bei den Tieren, die in all diesen Versuchen sechs Wochen nachher getötet wurden, eine ausgesprochene Bauchfelltuberkulose.

Die anderen 16 Schalen waren zumeist mit einem mehr oder minder dichten Schleier von angetrocknetem Schleim bedeckt. Die Impfung ergab noch bei zwei Tieren Tb. der Bauchhöhle, während 14 Tiere bei dem Tode frei von Tuberkeln befunden wurden.

In einer anderen Versuchsreihe ließ ich 15 Phthisiker, deren Auswurf gleichfalls sehr bazillenreich war, sich aber sehr leicht löste, unter meiner Kontrolle eineinhalb Stunden, ohne Kontrolle den ganzen Tag auf Petrische Schalen husten. Als die Schalen unter den üblichen Kautelen ausgewaschen und das Waschwasser intraperitoneal verimpft worden war, ergab sich, daß die 15 Meerschweinchen, 6—7 Wochen nachher getötet, frei von Tb. waren.

Da es sich in den vorstehenden Versuchen fast ausnahmslos um Schwerkranke handelte, der Auswurf stets äußerst bazillenreich und in der ersten Versuchsreihe die für eine Verstreuerung günstigsten Verhältnisse (starker explosiver Husten) ausgewählt waren, so ist dies ein Beweis, daß beim Husten bazillenhaltiger Auswurf nur in selteneren Fällen und dann nur in sehr geringer Menge in die Umgebung gelangt. Diese Seltenheit betont auch v. Weismayr auf Grund seiner Versuche.

Auf Objektträgern, die Phthisiker aus $\frac{1}{2}$ —1 m Entfernung vom Munde angehustet hatten, konnte man das Verspritzen tuberkelhaltiger Sputumteile feststellen. Laschtschenko fand es unter 21 Phthisikern bei 4, Heymann unter 35 Phthisikern bei 14 und Moeller unter 30 Phthisikern in etwa der Hälfte der Fälle aber erst nach 5—6 stündigem Anhusten. Goldie bei 24 stündigem Anhusten in 60%. Ähnlichen Nachweis liefert Engelmann. Boston fand auch bei angeblicher Ausschaltung der Hustenstöße auf umgebundenen Masken unter 50 Fällen in 41 Tb.B. Unter unnatürlich günstigem Verhältnisse, beim Husten in einem Glaskasten (Heymann), mögen sie noch öfter vorkommen.

Die Zahl der durch Husten versprühten Bazillen ist im Verhältnis zu den Bazillen im achtlos ausgeworfenen, getrockneten Sputum jedenfalls außerordentlich gering.

B. Fränkel ließ eine Anzahl Phthisiker je 24 Stunden lang Masken tragen und hat mit 219 solchen Masken innerhalb 32 Tagen, wie er berechnet, 2600 Tb.B. abgefangen. Heller berechnet für einen einzigen Auswurfballen 300 Millionen Keime, auf den Tag also bei nur einmaligem Auswurf pro Stunde 7200 Millionen für einen einzigen Phthisiker! Dort eine Anzahl Phthisiker während 32 Tagen und 2600 Bazillen, hier ein Phthisiker an einem Tage **7.200,000.000**, also **mehr als das 2 Millionfache!**

Ohne gerade für die Exaktheit der beiden Zahlen eintreten zu wollen, ersehen wir doch daraus gegenüber den Tröpfchen die ungeheuer größere Bedeutung und Gefahr von Seite der durch Vertrocknung ins Freie gesetzten Bazillen. Dazu erhebt sich die Frage, wieviel von den verspritzten Tb.B. überhaupt lebensfähig und infektiös waren; jedenfalls nach Kitasatos Befunden (siehe Seite 102) nur ein kleiner Bruchteil. Auch Engelmann hat z. B. auf 3 Glasplatten, 9×12 cm, die von einem Phthisiker 30 Stunden angehustet waren, durch Impfversuche keine lebenden Tb.B. nachweisen können.

Halten wir aber an dem Faktum des zeitweiligen Verspritzens tuberkelhaltiger Sekrete fest, so sind die Bazillen hiebei in der Mehrzahl in gröbere Partikel zähen Sputums eingebettet, für welche die von Flügge nur den feinsten Tröpfchen zugesprochenen Attribute größerer Schwebedauer und Transportfähigkeit überhaupt nicht zutreffen.

Auch nach Currie sowie nach Flügges Schüler, Heymann, ist die Hauptmasse dieser Tropfen relativ schwer und auf größere Entfernung nicht flugfähig.

Der leichter versprühbare Mundspeichel der Phthisiker ist in der Regel bazillenfrei.

Schon aus v. Weismayrs Untersuchungen ging mit Sicherheit hervor, „daß die Zahl der Bazillen in der Mundhöhle des Tuberkulösen eine fast durchgehends sehr geringe ist“, auch bei reichlichem Bazillengehalt des Sputums.

Desgleichen fand Moeller im Mundspeichel unter 30 Patienten nur dreimal Tb.B., andere Autoren noch seltener. Daher ist auch unser

Bemühen, im Phthisikerauswurf, wenn er nicht „von unten“ kommt, Bazillen zu finden,¹⁾ meist fruchtlos.

Denn die aus den tieferen Luftwegen stammenden Keime werden auf ihrem Wege von zähem Bronchialschleim eingehüllt und der einzelne Sputumballen ist zu kompakt, um sich bei der kurzen Passage im Mund verteilen zu können, es müßte denn der Phthisiker wie im Versuche (Kirstein) seine Sputumballen mit der Hälfte Kochsalzlösung verdünnen und eine halbe Stunde mit groben Quarzkörnern schütteln!!

Während also im Prodigiosusversuch Reinkulturen in großer Menge dem Mundspeichel beigemischt waren, fehlt im Mundspeichel des Phthisikers meist die Hauptsache, die Bazillen, und wenn sie vorkommen, sind sie niemals annähernd so zahlreich, als wenn jemand mit Prodigiosuskulturen gurgelt oder einige Ösen voll in den Mund nimmt.

Aber sei die Zahl der verspritzten Bazillen noch so gering und deren Überzahl in größeren, nicht flugfähigen Partikeln enthalten, so können doch auch feinste Tröpfchen beim Husten hin und wieder verspritzt werden. Wie steht es mit deren Verbreitung, wie mit der Gefahr von dieser Seite?

Verstreuungskreis. Fürs erste findet die Verstreuung der Bakterien nur auf eine geringe Entfernung vom Phthisiker, nur vor ihm und fast nur in gerader Richtung statt. Über 1 *m*, also auch am Fußende des Bettes, konnte Engelmann nach mehrstündiger Exposition auf den Objektträgern kein Tröpfchen mehr nachweisen, ebensowenig 30 *cm* hinter dem Kopfe. Auch Heymann bezeichnet 1 *m* als maximale Streuweite. Dergleichen waren nach Moeller hinter und seitlich vom Kopfe befindliche Gläser stets frei von Bazillen, im Krankenzimmer aufgestellte Schalen zeigten sich nach Wochen, wie der Impfversuch bewies, bazillenfrei. Von einer größeren Verbreitung kann also keineswegs die Rede sein. Dies bestätigen auch meine Staubuntersuchungen; ich habe bei zahlreichen, in meinem Sinne reinlichen Phthisikern, trotzdem sie zur Tröpfchenzerstreuung doch sicher Gelegenheit gegeben haben, niemals an den Wänden oder sonst wo Tb. B. abgelagert gefunden, sondern nur dort, wo die Kranken ihr Sputum achtlos vertrocknen ließen.

Das ist um so beweisender, als meine Schwammethode nach Heymann besonders geeignet ist, auch die angetrockneten Tröpfchen abzulösen.

Schwebedauer. Offenbar halten sich diese Tröpfchen auch nur ganz kurze Zeit in der Luft. Von der fünf- bis sechsstündigen Schwebezeit (siehe Seite 111, Flügge) kann hier keine Rede sein. Nach Königer sind sie schon nach einer Stunde abgesetzt, ja schon nach $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ Stunden sind nur wenige Exemplare nachweisbar. Nur bei stark erhöhter Luftbewegung

¹⁾ Beim „Auswischen des Mundes mit Watte“ (nach Laschtschenko) mag ein größeres Sputumpartikel leicht zu irrigem Schlusse verleiten.

wurden sie einmal noch nach $1\frac{1}{2}$ Stunden gefunden; v. Weismayr fand sie nach 15 Minuten nur spärlich, 30—40 Minuten später blieben die Platten ausnahmslos steril.

Auch Hutchison hat nach 15 Minuten die Keimzahl schon um das 40fache vermindert, nach einer Stunde nur einen vereinzelt Keim dicht über dem Boden gefunden. Unter 7 Versuchen, wo Phthisiker in einem engen Glaskasten husteten, fand sich die aspirierte Luft (1000 l) nur 2mal während der Sitzung, niemals nach der Sitzung infiziert (Heymann). Die Flugdauer der Tröpfchen ist also eng begrenzt auf die „unmittelbar dem Versuche folgende Zeit“ und scheint noch kürzer zu sein als die der trockenen Stäubchen.

Feucht abgesetzt kleben die Tröpfchen am Boden oder sonstigen in ihrer Bahn befindlichen Gegenständen fest an und werden auch nicht durch starke Luftströme losgelöst. Bei der intensiven Einwirkung von Licht und Trockenheit auf solch dünne Schichten gehen die Bazillen schon nach zirka fünf Tagen oder nach neueren Versuchen hin und wieder zwischen dem 8. und 14. Tage im diffusen Licht zu grunde — auch H. Stölting bestätigt das überraschend schnelle Absterben solch kleinster Tröpfchen, während vertrocknetes Sputum bei seiner monatelangen Virulenz immer wieder zur Infektionsquelle werden kann.

Kirstein aus Flügges Schule hat auch zum Vergleiche (!) mit trockenen Stäubchen Versuche gemacht. Hier aber ließ er zuerst 8 Tage (!) Sputum mit feinem Quarzsande trocknen, bewahrte es dann nochmals 2 Tage (!) bei 30°C (!) über einer Reihe von Chlorkalziumschalen (!) zur „energischen“ Trocknung auf, schüttelte dann „energisch“ mit Quarzsand (wobei natürlich eine Zertrümmerung der noch nicht durch die energische Austrocknung zu grunde gegangenen Tb. B. stattfindet) und wundert sich, daß die Bazillen nach diesen Prozeduren nicht mehr leben. Sollen diese und ähnliche geradezu fehlerhaften Versuche etwa ein Maßstab für natürliche Verhältnisse sein? — Übrigens hat die Lebensdauer der „feinsten getrockneten“ Stäubchen mit der quantitativen Infektionsgefahr des getrockneten Sputums gar nichts zu tun, denn das ist ja gerade der Unterschied von der Infektion durch Tröpfchen, daß diese bald zu grunde gehen, trockenes Sputum aber eine Reserve bildet, wie schon Seite 103 bemerkt, von dem sich immer wieder noch nach Monaten feinste Stäubchen loslösen können. Und gerade dieser springende Punkt wird von Flügge und seinen zahlreichen Assistenten, die sich mit diesen Experimenten zu befassen haben, einfach übergangen.

Man hat auch den direkten Beweis für eine Infektion durch solche Tröpfchen versucht. 25 Tiere wurden mit fixiertem Kopf von eigens ausgesuchten Phthisikern in einer Entfernung von 25—45 cm direkt angehustet und davon sind sechs tuberkulös geworden (Heymann) und unter 12 Tieren, die Moeller wochenlang täglich einige Stunden in der gleichen Entfernung vom Munde (25—30 cm) anhusten ließ, wurden zwei tuberkulös.

Nun ist ja die Möglichkeit einer solchen Infektion von keiner Seite je bestritten, und zu ihrer Verhütung schon 1888 von mir empfohlen worden, ein Tuch beim Husten vorzuhalten; für die große, praktische Bedeutung beweisen aber auch diese Versuche und zumal diese kargen Resultate nichts, denn aus den ungewöhnlich günstigen Verhältnissen lassen sich keine bindenden Schlüsse für unsere natürlichen Verhältnisse ableiten. In beiden Versuchen ist die gewählte Entfernung von 25—45 *cm* so außerordentlich gering, daß das infektiöse Material und wohl auch größere Sputumteile direkt in die Atmungsorgane und den Rachen der Versuchstiere hineingeschleudert wurden. Wo in aller Welt läßt sich jemand von einem Phthisiker aus der Nähe von 25 *cm*, also eine Spanne oder zwei Fäuste weit, oder selbst von 45 *cm* stundenlang mit ruhig gehaltenem Kopfe anhusten? Und mit diesem Modus soll ein „Infektionsweg mit den günstigsten Bedingungen“ erschlossen sein, der alle anderen Möglichkeiten überragt. Da hätte die Tb., wenn sie auf diesen Infektionsweg verwiesen wäre, wohl bald ihre Schrecken als Volkskrankheit verloren!

Das Unzulängliche dieser Resultate fühlen auch Heymann und Flügge selbst, suchen es aber mit der viel geringeren Intensität und Extensität des Respirationsstromes beim Meerschweinchen gegenüber dem Menschen zu entschuldigen. Aber dieser geringere Expirationsstrom gilt doch auch für die Trockeninhalation und doch sind hier von 36 Meerschweinchen 35 tuberkulös geworden. (Siehe Seite 135.)

Vergegenwärtigt man sich dazu vollends die Schwierigkeit Heymanns, „passende Phthisiker, die genügend verspritzten“, zu finden, die Notwendigkeit, den Versuch zu unterbrechen, weil der Patient nur mehr spärlich verspritzte, das Faktum, „nur zwei Patienten, die allen Anforderungen gerecht wurden“, im Laufe der langen Untersuchung gefunden zu haben, so gewinnt das einen komischen Beigeschmack gegenüber der Flüggeschen Apotheose der Tröpfcheninfektion als der „häufigsten Übertragungsweise der Phthise“. „Greatly exaggerated the danger“ sagt daher mit vollem Rechte Currie, den ich freilich von jener Seite nicht zitiert finde.

Ob die Infektion die 45 *cm* oder nur die 25 *cm* entfernten Tiere betroffen hatte, darüber schweigen die Autoren!

Wenn aber eine erhebliche Gefährdung durch die Tröpfchen überhaupt stattfände, so müßte sie sich in erster Linie an uns Ärzten betätigen: den Lungenärzten, die bei der Untersuchung und der zur Wahrnehmung feinsten Geräusche üblichen Aufforderung, zu husten, in der unmittelbaren Nähe der Phthisiker sich befinden, und den Kehlkopfärzten, die dem Phthisiker fast in jener bedrohlichen Versuchsnähe gegenüber sitzen und nicht selten direkt angehustet werden.

Gerade in neuester Zeit hat sich Saugmann das Verdienst erworben, diese Verhältnisse bei den in Lungenheilstätten tätigen Ärzten sowie den Laryngologen festzustellen.

Von 174 vorher nicht tuberkulösen Ärzten, die durchschnittlich 3 Jahre in Heilstätten arbeiteten und deren Schicksal noch zirka weitere $3\frac{1}{2}$ Jahre verfolgt wurde, sind 167 gesund geblieben. 5 an anderweitigen, nicht tuberkulösen Erkrankungen gestorben und nur 2, vielleicht 3 an Tb. erkrankt, jetzt aber wieder gesund. Von 64 vorher nicht tuberkulösen Laryngologen ist keiner nach dem Beginn der laryngologischen Tätigkeit erkrankt, obwohl sie fast vier Jahre in laryngologischer Tätigkeit waren, also von 238 Ärzten, die notorisch unter den für eine Tröpfcheninfektion günstigsten Bedingungen Jahre verbrachten, sind zwei, höchstens drei tuberkulös erkrankt und auch da steht noch keineswegs fest, ob die Tröpfchen- oder Staubinfektion die Ursache war. Damit ist die ganze praktische Bedeutung der aufgebauchten Tröpfcheninfektion für die **Tuberkuloseverbreitung** genügend qualifiziert.

Die eigentliche Bedeutung der Tropfeninfektion liegt auf ganz anderen Gebieten und sie festgestellt zu haben, bleibt ein großes Verdienst Flügges, das durch seinen Irrtum in der Tuberkulosefrage nicht geschmälert werden soll. Unter den ganz anders gelagerten Verhältnissen bei der Wundinfektion durch den Mundspeichel der Chirurgen (Staphylokokken, Streptokokken) spielen die Hustentröpfchen eine wichtigere Rolle (siehe Hübner, Binaghi u. a.) — für die Verbreitung der Influenza, der Lungenpest, deren Keime trocken rasch zu grunde gehen, bilden sie vielleicht eine der wichtigsten Übertragungsformen — auch bei Tuberkulose der Rinder (siehe Seite 101) und bei Lepra der Nasen- und Mundhöhle, die oft von Speichelfluß begleitet ist, scheinen sie hin und wieder von gewisser Bedeutung, jedoch nicht bei der Lepra überhaupt, wie Flügge sagt.

Verbreitung durch Fliegen. Spillmann und Haushalter machten darauf aufmerksam, daß durch Fliegen möglicherweise eine Verbreitung der tuberkulösen Keime in die Luft und auf Speisen stattfinden könnte. Sie fanden im Abdominalinhalt und Kote von Stubenfliegen, die an den Spucknäpfen Tuberkulöser gesogen hatten, Tb. B. Hoffmann fütterte Fliegen direkt mit tuberkulösem Sputum und konnte gleichfalls in den Entleerungen dieser Tiere, die übrigens bald nachher zu grunde gingen, Tb. B. nachweisen und unter fünf diesbezüglichen Impfversuchen auch einmal Tb. des Meer-schweinchens hervorrufen. Auch Moeller fand häufig in den Exkrementen von Fliegen Tb. B. Eine nennenswerte praktische Bedeutung werden wir aber auch dieser Verbreitungsart nicht zusprechen können, wenn wir die im Verhältnis zu einer einzigen Expektoration minimale Kotmenge sowie das auf wenige Monate beschränkte Vorhandensein der Fliegen in Betracht ziehen. Das gleiche gilt von den Küchenschaben, in deren Darminhalt Küster nach Verfütterung Tb. B. nachwies.

Verbreitung der Tuberkelbazillen durch Milch und Fleisch.

Als weitere Quelle für die Verbreitung der Tb. B. ist ferner die Tuberkulose der Tiere ¹⁾ ins Auge zu fassen, und zwar unabhängig von der Frage,

¹⁾ Tb. B. in der Frauenmilch. Siehe Seite 242.

ob die H. Tb. und B. Tb. identisch ist oder nicht, denn der Nachweis, daß wenigstens einzelne der vom Menschen herrührenden Tb.-Stämme beim Rinde eine fortschreitende Tb. hervorrufen (Kossel, Weber, Heuss u. a.), läßt befürchten, daß wenigstens diese bei ihrer Ausscheidung aus dem Tiere auch vice versa auf den Menschen zurückgehen und zu Erkrankungen führen können.

Bei der Häufigkeit der Tb. unter unseren Nutztieren, namentlich dem Rindvieh, wäre man vielleicht versucht, in der Tiertuberkulose eine sehr reichliche und stetige Quelle für die Verbreitung der Tb. B. zu vermuten. Dem ist aber nicht so! Für die Verbreitung von Tb. B. von seiten tuberkulöser Tiere kommt namentlich die Kuhmilch in Betracht. Esels- und Ziegenmilch finden nur beschränkte Verwendung und außerdem sind Esel so gut wie frei von Tuberkulose und Ziegen nur relativ selten davon befallen.

Durch den positiven Nachweis von Tb. B. in der Milch, erbracht von Bollinger, May, Hirschberger, Bang, Lucas, Nocard, Fiorentini, sowie durch die Arbeiten von Galtier, Robcis, Legru, Crookshank, Heller, Ernst, Burdon u. a. wurde zuerst die Aufmerksamkeit auf die Milch als Trägerin der Infektionskeime gelenkt; wir verdanken namentlich den letzten Jahren zahlreiche systematische Untersuchungen, die auch auf die Milchprodukte, namentlich die Butter, ausgedehnt wurden.

Methode: Zum Nachweis der Tb. B. wird, wenn möglich, nur der letzte Rest der gut ausgemolkenen Milch (Rabinowitsch) zentrifugiert. Hin und wieder ist schon die mikroskopische Untersuchung von Milch und Butter von Erfolg begleitet und dafür das Verfahren von Ketel¹⁾ (Trocknen und Extrahieren des Fettes durch Äther oder Ätheralkohol) empfehlenswert. In der Regel läßt jedoch das Mikroskop wegen der geringen Anzahl der Bazillen im Stich und sichert auch nicht genügend vor einer Verwechslung mit den tuberkelbazillenähnlichen säurefesten Bazillen (siehe oben).

Diese säurefesten Bazillen (siehe Näheres Seite 89 ff.) trifft man in Butter und Milch unregelmäßig, Ascher, Tonzig u. a. fanden sie nie, Weissenfeld in 26%, Rabinowitsch in zirka 29%, Petri in 53%, Herbert unter 5 Münchner Butterproben sogar viermal. Wie es scheint, hängen sie sich besonders den fettigen Bestandteilen ihrer Substrate an. Ihr Vorkommen in dem zum Futter verwendeten Timotheusgras (Moeller), dann im Darminhalt und Miste gesunder und tuberkulöser Rinder (Moeller), Severin, Olt) endlich auf dem Euter (Cowie) und im Mammapfropf der Kühe (L. Neufeld) erklärt hinlänglich den Kreislauf dieser Keime und ihr häufiges Auftreten in Milch und Butter. Markl fand in der Butter eine relativ säurefeste Streptothrixart, anscheinend für Meerschweinchen pathogen, bei welcher die Gefahr einer Verwechslung mit Tb. B. nicht in Betracht kommt.

Ein zuverlässiges Urteil gewährt nur die intraperitoneale Verimpfung auf Meerschweinchen, und zwar auf mehrere Tiere gleichzeitig, da man

¹⁾ Archiv für Hygiene, 15., Seite 109.

mit einem vorzeitigen Verlust durch Peritonitis immer zu rechnen hat. Über den Wert der intraperitonealen Infektion siehe auch Seite 239.

Die Untersuchungsobjekte werden für alle Fälle am besten zentrifugiert. Dabei bilden sich nach Obermüller in der Milch 3 Schichten: der Bodensatz, die Magermilch und der Rahm. Trotz des größeren spezifischen Gewichtes findet sich ein großer Teil der Bakterien im Rahm, durch den sie mechanisch mitgerissen werden. Daraus erklärt sich der große Bakteriengehalt der Zentrifugenbutter.

Butter wird nach Obermüllers bewährtem Verfahren¹⁾ bei zirka 40° C geschmolzen und 20 Minuten lang unter mehrmaligem Nachwärmen gut zentrifugiert (3600 Umdrehungen in der Minute), dann wird, um die häufigen Verluste an Peritonitis, einer Folge der Fettinjektion, zu vermindern, die Fettschicht sorgfältig entfernt und von dem fettfreien Bodensatz 1—2 cm³ intraperitoneal eingespritzt.²⁾ Fütterungsversuche z. B. an Schweinen (Ostertag, Tjaden, Koske und Hertel) entsprechen wohl mehr dem natürlichen Infektionsmodus durch Nahrungsmittel, sind aber für die Frage, ob virulente Bazillen überhaupt enthalten sind, weniger entscheidend als die intraperitoneale Impfung, weil ihr Resultat auch durch die Zahl der Bazillen, den Füllungszustand von Magen und Darm und andere äußere und individuelle Verhältnisse stark beeinflusst wird. Die Überlegenheit der intraperitonealen Methode zeigen auch Martins Versuche: von 6 geimpften Tieren sind alle, von 10 mit der nämlichen Probe gefütterten nur 4 erkrankt.

Echte tuberkulöse Veränderungen am Peritoneum lassen sich von pseudotuberkulösen, deren Entwicklung auch viel rascher vor sich geht, meist leicht makroskopisch³⁾ und histologisch differenzieren, in zweifelhaften Fällen, namentlich wenn beide gemeinsam auftreten, gelangt man durch die Reinzüchtung, am besten auf 5% Glyzerinblutserum oder Hesses Heydenagar, oder durch Verimpfung eines Organstückes auf ein weiteres Tier zur definitiven Entscheidung, da die Ps.Tb.B. dann das weitere Wachstum im Tiere versagen.

Während Douglas bei 69 Tieren ohne Eutertuberkulose nie Bazillen in der Milch fand, erzielte er durch die Injektion der Milch von 8 eutertuberkulösen Kühen auf 48 Tiere bei 34 = 70.8 % Tb., auch Delepine fand unter 26 Kühen nur die Milch bei Eutertuberkulose bazillenhaltig, ebenso Phelps, Nocard. Smith & Schröder fanden unter 6 Milchproben von Kühen ohne Eutertuberkulose 2 infektiös, Schröder unter 31 Kühen mit gesundem Euter bei 2 die Milch infektiös; bei Ravenel erzeugte die Milch von tuberkulösen Kühen ohne Eutertuberkulose auf 64 Meerschweinchen verimpft, bei 10 Tb., siehe auch Knuth, Ernst, Adami u. a.

Als Ergebnis der zahlreichen verdienstvollen Arbeiten steht heute fest, daß die Milch in der Regel nur von hochgradig tuberkulösen

¹⁾ Hygienische Rundschau 1899.

²⁾ Näheres M. m. W. 1903, Seite 1188.

³⁾ Die pseudotuberkulösen Prozesse haben auch mehr eitrigen, die tuberkulösen mehr käsigen Charakter, in der Kultur wachsen die Ps.Tb.B. viel rascher als die Tb.B.

und namentlich von mit Eutertuberkulose behafteten Tieren virulente lebensfähige Tuberkelbazillen enthält.¹⁾

Nach Ostertag fanden sich im Berliner Schlachthofe in 5% der tuberkulös erkrankten Rinder Eutertuberkulose; Siedamgrotzky gibt sie für Sachsen in den Berichtsjahren 1888 und 1889 mit je 5.6% aller tuberkulösen Kühe an. Breuer berechnet 34.88% Eutertuberkulose für die 1899 in Budapest als perlsüchtig befundenen Rinder; Milchner schätzt die Zahl der Eutertuberkulose unter den tuberkulösen Tieren auf 2–3% und Mc. Fadyean für England die Zahl der mit Eutertuberkulose behafteten Kühe in den Milchherden auf 2%, während 30% von allem Zucht- und Milchvieh in einem gewissen Grade Tuberkulose haben. Über die Verbreitung der Tuberkulose im allgemeinen siehe Seite 9.

Doch nicht immer geht der positive Befund Hand in Hand mit der Lokalisation und Schwere des Prozesses. Es wurden auch Bazillen gefunden, wo nach der klinischen Untersuchung keine Eutertuberkulose oder nur eine gewöhnliche Mastitis oder überhaupt eine Eutererkrankung vorzuliegen schien (Delépine, Rabinowitsch).

Bang hat beispielsweise unter 63 tuberkulösen Kühen ohne Eutertuberkulose bei 9 = 14% Tb. B.-haltige Milch gefunden.

Hin und wieder fehlten Tb. B., wo Eutertuberkulose irrtümlich diagnostiziert wurde (Adami & Martin, Delépine, Kühnau, Rabinowitsch) oder wo sie tatsächlich vorlag, wo aber die Tb. B. nicht in die Milchgänge eingebrochen waren, sondern nur im tuberkulösen Zwischengewebe lagen. Nach Fiorentini ist gerade die miliare Form die häufigste.

Auch bei latenter, nur durch Tuberkulinreaktion nachgewiesener Tb. sind Tb. B. in der Milch von Rabinowitsch-Kempner, Adami und Martin, Gehrmann & Evans, Ravenel, Mohler sowie (bei Ziegen) von Karliński gefunden worden. Bilden solche Fälle auch nur seltene Ausnahmen [Müller²⁾ 9 negativ, Ostertag unter 50 Proben einmal positiv, Stenström 50 Fälle negativ, Ascher 7 Proben negativ, Mc. Weeny 5 Fälle negativ, Young u. A.], so zeigen sie doch neuerdings die Wichtigkeit der Tuberkulinprobe und qualifizieren derartige Milch als suspekt.³⁾

Auch in der Kindermilch aus 8 Berliner Molkereien fand Rabinowitsch in 3 Molkereien, die unter Tuberkulinkontrolle standen, keine, unter 5, die nur der klinischen tierärztlichen Aufsicht unterworfen waren, 3mal Tb. B.

¹⁾ Nach Basch und Weleminsky gehen nur jene Krankheitskeime in die Milch über, welche im stande sind, Hämorrhagien oder andere lokale Erkrankungen in der Milchdrüse zu erzeugen, durch welche der normale Zusammenhang des Organismus gestört wird.

²⁾ Zitiert nach Ostertag.

³⁾ Siehe auch die eingehende Kritik von Rabinowitsch. C. f. B., Ref., Bd. 34, S. 225.

Die Tb. B. in der Milch stammen nicht notwendig, wie man vielfach annimmt (Baum, Seite 187), aus der Milchdrüse; ihr Vorkommen bei gesundem Euter legt den Gedanken an eine Verunreinigung von außen nahe.

Die an Lungentuberkulose erkrankten Tiere verschlucken regelmäßig ihre verhisteten, tuberkulösen Sekrete und geben sie mit den Fäces auf den Boden ab, die darin enthaltenen Tb. B. gelangen so beim Liegen des Tieres leicht äußerlich an das Euter (Stenström) und verunreinigen die Milch, oder sie dringen tiefer ein und rufen eine Infektion hervor. So erklärt sich auch die Häufigkeit der Milchdrüsentuberkulose beim Tiere, im Gegensatz zu deren Seltenheit beim Menschen (siehe auch Kapitel Disposition).

Für die praktische Bedeutung der Milchinfection entscheidet vielmehr als die Milchuntersuchung einzelner beliebig herausgegriffener Kühe das Vorkommen der Bazillen in der Marktmilch, wie sie dem Verkaufe untersteht.

Auf Gebhardts Versuche gestützt, lehrte man früher, daß infizierte Milch durch Verdünnung mit keimfreier ihre Gefahr verliere und Sammelmilch unbedenklich sei (Bollinger). Die Untersuchungen der letzten Jahre haben Cornets Einspruch gegen die Verdünnungshypothese (siehe Cornet, Skrofulose) gerechtfertigt, denn auch die Markt- und Sammelmilch hat sich in zahlreichen Fällen sowohl auf dem Wege der Impfung als der Fütterung als tuberkelbazillenhaltig und höchst virulent erwiesen, so daß durch die Vermischung infizierter und nicht infizierter Milch die Gefahr für das Gemeinwohl häufig nicht vermindert, sondern vergrößert wird.

Ein sehr lehrreiches Beispiel teilt uns Kühnau mit:

Im Hamburger Schlachthofe wurden von 80 Schweinen 76 mit Tuberkulose behaftet gefunden; man stellte fest, daß sie sämtlich aus einer Sammelmolkerei in Schleswig-Holstein stammten. Der Besitzer führte die massenhafte Ausbreitung der Tuberkulose unter den Schweinen auf die Verfütterung von Zentrifugenschlamm und ungekochten Molken zurück. Zur weiteren Ausforschung wurde die Milch eines jeden der 45 Lieferanten an Meerschweinchen verimpft, wobei sich 2 Proben als tuberkulös erwiesen. Durch diesen Tastversuch ergab sich also, daß zwei Viehbestände infektiöse Milch lieferten. Bei der weiteren Verimpfung des Gemelkes jeder einzelnen Kuh des einen Bestandes auf Meerschweinchen wurde die Kuh festgestellt, welche tuberkelbazillenhaltige Milch produzierte, und durch die klinische Untersuchung bei ihr auch Eutertuberkulose bestätigt. In ähnlicher Weise wurde bei dem zweiten Bestande die tuberkulöse Kuh eruiert. Diese zwei Kühe genügten, die Milch von 800 Kühen infektiös und die damit gefütterten Schweine tuberkulös zu machen.

Desgleichen wurden in der Marktbutter ziemlich häufig virulente Tb. B. nachgewiesen.

Wenn ich von den älteren Publikationen vor Entdeckung der butter- und säurefesten Bazillen durch Petri, Rabinowitsch, wegen der

möglichen Verwechslung mit diesen, absehe, ergeben sich folgende Resultate.

Autor	Jahr	Herkunft	Milch Butter	Zahl der Proben	Zahl der posi- tiven Befunde	
					absolut	in ‰
Brusaferro	1890	Turin	B.	9	1	11.1
Roth	1894	Zürich	B.	20	1	5.0
Obermüller	1895	Berlin	B. ¹⁾	14	14	100
Petri	1895/96	Berlin	M.	68	9	14.0
Schuehardt	1896	Marburg	B.	42	1(?)	2.4
Cappelletti	1896	Padua	M.	27	0	0
Friis	?	Kopenhagen	M.	28	4	14.3
Gröning	1897	Hamburg	B.	17	8	47.0
Petri	1897	Berlin	B.	102	33	32.3
Rabinowitsch	1897	Berlin	B.	30	0	0
	—	Philadelphia	B.	50	0	0
Buege	1897	Halle	M.	9	2	22.2
Boyce u. a.	1897	Liverpool, Stadt	M.	144	3	2.1
	1897	" Land	M.	24	7	29.1
Hormann und Morgenroth	1898	Berlin	B.	10	3	—
	—	Berlin	— ^{a)}	15	3	20
Delépine	1898	Liverpool, Stadt	M.	55	3	5.5
	—	" Land	M.	125	22	17.6
Boyce, publiziert bei Annett	1898	Liverpool, Stadt	M.	159	12	7.5
	1899	" Land	M.	91	16	17.6
Rabinowitsch	1899	Berlin	B.	15	2	13.3
Ascher	1899	Königsberg	B.	27	2	7.4
Jäger	1899	"	B.	3	1	33.3
	—	"	M.	6	2	33.3
Coggi	1899	Mailand	B.	94	2	2.12
Korn	1899	Freiburg	B.	17	4	23.5
Weißenfeld	1899	Bonn	B. ⁴⁾	20	1	9.36
	—	"	B. ⁵⁾	12	2	
Mac Fadyen	1899	—	M.	77	17	22.0
Kanthaek und Sladen	1899	Cambridge	M.	16 ²⁾	9	—
Hope	1899/1900	Liverpool, Stadt ⁶⁾	M.	422	5	1
	—	" Land	—	490	20	4
Obermüller	1900	Berlin	B.	10	7	—

¹⁾ Milchgeschäfte.
²⁾ Meiereien.
³⁾ Sammelbutter aus Molkereien.
⁴⁾ Aus kleineren Betrieben.
⁵⁾ Die Kühe in hygienisch guten Ställen gehalten.
^{a)} Quarkkäse.

Autor	Jahr	Herkunft	Milch Butter	Zahl der Proben	Zahl der posi- tiven Befunde	
					absolut	in ‰
Bonhoff- Abenhausen	1900	Marburg	B.	28	0	0
Beck M.	1900	Berlin	M.	56 ³⁾	17	30·3
Herbert	1900	Württemberg, Ld.	B.	100	0	0
	—	Berlin	B.	20	0	0
	—	München	B.	5	0	0
Klein	1900	London	M.	100	7	7
Markl	1901	Wien	B.	43	0	0
Nonewitsch	1901	Wilna	M.	22	12	54·5
Bujwid	1901	Krakau	M.	60	2	3·3
Tonzig	1901	Padua	M.	38	0	0
Herr u. Beninde	1901	Breslau	B.	45	7(5)	15·5
Gehrke-Löffler ⁷⁾	1902	Greifswald	B. ⁴⁾	8	7	88
—	—	—	B. ⁵⁾	17	1	6
Aujeszký	1902	Budapest	B.	17	3	17·6

³⁾ Gesamtzahl aller Proben.
⁴⁾ Sammelbutter aus Molkereien.
⁵⁾ Aus kleineren Betrieben.
⁷⁾ Von Löffler mitgeteilt.

Ferner haben die Milchuntersuchungen von Zoeborbeckoff in Petersburg 9·19‰, von Ernst & Peters in Boston 3‰, von Santori in Rom 6‰, von Rondelli in Turin 2‰, von Massone in Genua 9‰, von Gardenghi in Parma 3·1‰ positive Resultate, beziehungsweise Tb. B. ergeben, während Montefusco, Fiorentini & Parietti, Brazzola & Gnio de Rossi sowie Thue (44 Milchproben, 16 Butter-, 15 Margarineproben auf 204 Meerschweinchen verimpft) nur negative Erfolge hatten.

Dem Nachweis der Tb. B. in Milch und Butter reihen sich die Untersuchungen der übrigen Milchprodukte an, nachdem Heim die Lebensfähigkeit der Tb. B. im Quarkkäse erwiesen hatte. Morgenroth fand unter 15 Proben Quarkkäse 3mal echte Tb. B., Rabinowitsch 3mal unter fünf Proben. Morgenroth konnte sie auch in der Margarine unter 20 Proben 9mal, Annett unter 28 Margarineproben einmal nachweisen, während Abenhausen-Bonhoff und Markl 3 Margarineproben mit negativem Resultate untersuchten. Die Bazillen können sowohl durch die zugesetzte Butter als durch tuberkulöse, in das zur Herstellung verwendete Fett eingelagerte Drüsen in die Margarine gelangt sein.

Auch in der aus geschmolzenem Rinderfett bereiteten „Sana“ (Liebreichs Kunstbutter) fand Rabinowitsch lebende Tb. B., ebenso im Kefir unter 4 Proben 2mal.

Endlich liegen noch positive Befunde in Käse, Molken, süßer und saurer Sahne und Buttermilch vor. (Galtier, Bang, siehe bei Baum.)

Die ungleichmäßigen Resultate spiegeln zum Teile die verschiedene Verbreitung der B. Tb. nach Land und Bezirk wieder, zum Teile beruhen sie darauf, daß scheinbar verschiedene Milch- und Butterproben aus der gleichen Sammelmolkerei stammten, die den ganzen Markt versorgt und je nach Viehstand und Betrieb infizierte oder reine Sammelprodukte (z. B. Butter oder pasteurisierte Milch) abgibt. So erklärt sich, daß das Resultat oft vom Zufalle abhängig ist und daß einzelne Autoren in sämtlichen Proben, andere in keinen Tb. B. fanden (siehe besonders die Untersuchungen von Rabinowitsch).

Wesentlich abhängig sind die Resultate auch von der chemischen Beschaffenheit der Untersuchungsobjekte, denn die Tb. B. gehen nach Heim (1889) in Butter allmählich zu grunde. 30 Tage war die äußerste Grenze, bis zu welcher sie sich darin lebensfähig hielten. Gasperini fand zwar noch nach 120 Tagen Tb. B., konstatierte aber nach 30 Tagen eine Virulenzabschwächung, Laser dagegen konnte schon nach 12 Tagen keine infektiösen Tb. B. in der Butter nachweisen, während Dawson erst nach 3 Monaten eine Abschwächung feststellte und ein mit 8 Monate alter Butter geimpftes Meerschweinchen noch tuberkulös fand (?) — Im Cheddarkäse bleiben die Tb. B. 60—70 Tage am Leben (Harrison), im Schweizerkäse zirka 40 Tage, doch wird dieser gewöhnlich erst im Alter von vier Monaten verzehrt.

Als Ursache solcher Widersprüche hat Hellström und in letzter Zeit Pettersson auf die Verschiedenheit der Butter nach Alter und Salzgehalt hingewiesen; da das Salz in der Butter in der nur geringen Wassermenge gelöst ist, so wird diese Lake ziemlich konzentriert und enthält z. B. bei 4% Salzgehalt der Butter 16—18% Salz. Pettersson stellte eine Verminderung oder Abschwächung der Bazillen je nach deren Menge nach 4 Wochen, zum Teil schon nach 2 Wochen und bei einem 5%igem Salzgehalt der Butter ein Absterben schon nach 7 Tagen fest.

Für alle Fälle findet durch die Milch und ihre Produkte häufig eine Verbreitung der vom Rinde kommenden Tb. B. statt. Natürlich kommen in erster Reihe die Verdauungsorgane für eine Infektion in Frage. Wenn gleichwohl diese Verbreitungsart für die Infektion des Menschen nur eine untergeordnete Rolle spielt, so liegt dies außer einer oft geringeren oder fehlenden Virulenz der in den Milchprodukten enthaltenen **B. Tb. B.** für den Menschen (siehe Seite 78 ff.) noch an ganz bestimmten Ursachen, die wir unten besprechen werden. Siehe Seite 238 ff.

Weit weniger als Milch bildet das Fleisch tuberkulöser Rinder eine Propagationsquelle der Tb. B.

Es ist hier nicht der Ort, auch nur flüchtig auf die zahlreichen Arbeiten einzugehen, die seit Chauveaus und Gerlachs Vorgang durch Verimpfung und Verfütterung das Vorkommen von Tb. B. im Fleisch dargetan haben. Ich verweise unter anderem auf Virchow, Biedert, Toussaint, Wesener, Eggers, de Maurans, Nocard, Bollinger, v. Chlapowski, Fadyean, Kastner, den sächsischen Bericht, Chauveau, Kolb, Schneidemühl, Müller, Reißmann, Tonzig u. a. (siehe auch Seite 128, Darminfektion).

So erwies sich der Muskelsaft in weitaus der größten Zahl der Fälle frei von Tb. B. (Nocard, Galtier, Bang, Perroncito, Ostertag), doch konnte Förster unter 7 Fleischsorten hochgradig tuberkulöser Tiere in 3 Fällen und Kastner unter 12 Proben solchen Fleisches in 10 Fällen Tb. B. nachweisen.

In 28 Proben von Hackfleisch verschiedener Provenienz hat Schumburg nie virulente Tb. B. gefunden.

Das Endresultat läßt sich dahin zusammenfassen: Das Fleisch tuberkulöser, respektive perlsüchtiger Tiere ist als infektiös anzusehen, und zwar regelmäßig bei hochgradiger Perlsucht, nur ausnahmsweise in Fällen, wo diese leichteren Grades und noch lokal geblieben ist oder sich nur auf eine Körperhöhle beschränkt.

Diese wesentliche Beschränkung der Gefahr beruht zum Teil auf dem meist streng lokalen Charakter der tuberkulösen Veränderung und auf der geringen Neigung der Tb. B. im Muskelgewebe sich festzusetzen und fortzuentwickeln, obwohl auch hier Ausnahmen von Hertwig, Rassmussen, Jensen, Kesewitsch, Ströse, Lungwitz u. a. beobachtet wurden.

Außerdem kann natürlich das Fleisch der gesündesten Tiere rein äußerlich durch Schlachtinstrumente infiziert werden, die nach dem Gebrauch bei tuberkulösen Tieren ungenügend desinfiziert wurden. Das scheint nicht so selten zu sein, denn Decker fand von 47 nach natürlichem Gebrauche untersuchten Gegenständen (Fleischhauer-, Metzgermesser, Fleischhacken, Schlachtbeilen, Wetzstählen etc.) $19 = 40.42\%$ mit virulenten Tb. B. behaftet.

Von seiten des Schweines gilt im allgemeinen die Gefahr einer Bazillenverbreitung als minder gefährlich, weil die Tb. sich meistens in den Drüsen etabliert und diese entfernt werden. Von anderer Seite, zum Beispiel von Hutchinson, wird das Fleisch tuberkulöser Schweine als das verdächtigste erklärt, weil die Krankheit stürmischer verläuft und allgemeiner verbreitet ist als bei anderen Tieren.

Die Verbreitung der Tb. B. durch Fleisch wird vor allem dadurch erheblich vermindert, daß dieses nicht von jedem tuberkulösen Tiere, sondern gewöhnlich erst bei einem gewissen Grade der Erkrankung infektiös wirkt; sodann werden bei einem geordneten Schlachthaus-

betrieb nach den bestehenden Bestimmungen nicht nur die eigentlich tuberkulösen Massen, sondern auch das Fleisch hochgradig erkrankter Tiere vom Genusse ausschaltet und zweifelhaftes Fleisch nur in gekochtem Zustande abgegeben; endlich auch durch die Sitte, das Fleisch meist in gekochtem und gebratenem Zustande zu genießen, da die Siedehitze ein zuverlässiges Mittel bildet, die Virulenz des tuberkulösen Giftes zu zerstören.

Doch lassen mangelnde oder mangelhafte Fleischschau, die Vorliebe mancher Menschen für gewisse rohe Wurstarten oder für gepökelt und geräuchertes Fleisch, das durch diesen Konservierungsprozeß nichts von seiner vorherigen Infektiosität verliert (Förster, Freytag), und die Gewinnsucht mancher Wurstfabrikanten, direkt tuberkulöse Teile zu verarbeiten, noch eine Reihe von Gelegenheiten offen, virulente Tb. B. dem Darmtraktus einzuverleiben. Tonzig z. B. hat in der Salami von tuberkulösen Tieren durch Verimpfung Tb. B. nachgewiesen.

Über die tatsächliche Gefahr siehe: Darminfektion.

Die A. Tb., die sich bei Hühnern gelegentlich vorfindet, scheint wenigstens für den Menschen keine Gefahren zu bringen.

Schlußfolgerungen. Ubiquität.

Das Facit geht also dahin: Von seiten des tuberkulösen Tieres kann eine Verbreitung der Tb. B. durch Urin und Fäces wegen baldiger Fäulnis kaum in Betracht kommen. Eine größere Bedeutung, wenigstens für gewisse Fälle, kommt dem bazillenhaltigen Nasenschleim zu, eine noch weitergehende dem bazillenhaltigen Fleisch und der Milch, die durch den Genuß eine Übertragung herbeiführen können. Die Gefahren von dieser Seite erleiden außerdem eine wesentliche Einschränkung einerseits durch die abweichende Virulenz der in Milch und Fleisch zumeist vorkommenden B. Tb. B. (Seite 69 ff.) sowie durch die erschwerten Infektionsbedingungen im Darne (siehe Kapitel Darminfektion), so daß hauptsächlich nur Kinder bedroht sind.

Von seiten des tuberkulösen Menschen spielen eine relativ geringe Rolle Fäces, Urin und Eiter, teils wegen geringen Bazillengehaltes, teils wegen alsbaldiger Fäulnis.

Auch die Tröpfcheninfektion ist nur von untergeordneter Bedeutung.

Die größte Wichtigkeit beansprucht das Sputum, und zwar nicht das feuchte, sondern das getrocknete bei der Gelegenheit, zu verstäuben.

Aus unseren Ausführungen und den experimentellen Tatsachen ergibt sich das Irrige der früheren Anschauung, daß der Phthisiker an sich Tb. B. an die Umgebung in weitem Umkreise abgibt. Nur indem man lange Zeit alle biologischen Eigenschaften des Tb. B. ignorierte, ihm eine schier

unbeeinflussbare Langlebigkeit zuschrieb und alle physikalischen Gesetze der Schwere verkannte, konnte man den verhängnisvollen Begriff der Ubiquität aufstellen — verhängnisvoll, weil er jedes Eingreifen in prophylaktischer Beziehung von vornherein als aussichtslos erscheinen ließ. Überall, wo Menschen existieren, sollten nach dieser irrigen Annahme Tb. B. in der Luft verbreitet sein und jeder Mensch fortgesetzt dieselben einatmen.

Die leichte Zerstörbarkeit der Tb. B. durch Licht, Fäulnis, die relative Schwierigkeit einer völligen Austrocknung und Verstäubung der Sputa bei größerer Luftfeuchtigkeit, der sich daraus ergebende enge Zerstreuungskreis, dann die zahlreichen Staubuntersuchungen von mir und anderen Autoren, alle mit dem gleichen negativen Ergebnis, außer in der nächsten Nähe der Phthisiker, beweisen mit absoluter Sicherheit, daß von einer **Ubiquität der Tb. B. keine Rede sein kann.**

Der Tb. B. findet sich in der Regel nur dort, wo ein unreinlicher Phthisiker sich aufhält, also hauptsächlich in bewohnten Räumen. Auf diesem Fundamentalgesetz baut sich unsere ganze Prophylaxis der Tb. und die Zuversicht ihres Erfolges auf.

6. Kapitel.

Infektionswege des Tuberkelbazillus.

Sind auch die histologischen Befunde bei Tuberkulose verschiedener Organe im wesentlichen unter sich gleichwertig, so bieten die pathologisch-anatomischen Gesamtbilder doch außerordentliche Verschiedenheiten.

In dem einen Falle sind alle Organe des Körpers, in einem anderen nur die des Unterleibes oder der Brusthöhle, wieder in einem anderen nur die Drüsen einer Körperregion oder nur die Haut in Mitleidenschaft gezogen. Dieses Verhalten unterscheidet die Tuberkulose wesentlich von anderen Infektionskrankheiten, wo nur bestimmte Organe oder Organgruppen beteiligt sind, z. B. bei Cholera der Darm, bei Typhus meist der Darm, die Mesenterialdrüsen und die Milz.

1. Tierversuche.

Die Ursache dieser variablen Befunde blieb lange unbekannt. Solange man in der Tuberkulose nur eine Konstitutionsanomalie erblickte, mußte man sich mit der Annahme einer verschiedenen Disposition der einzelnen Organe behelfen. Erst die mannigfachen Tierexperimente und die Kenntnis der verschiedenen Wege, auf denen der Bazillus in den Körper gelangen kann, verschaffen uns eine befriedigende Erklärung.

Historische Entwicklung der Tierversuche.

In der ersten Zeit experimenteller Forschung und im Anschluß an die Villeminschen Versuche beschränkten sich die meisten Autoren, so Hérard und Cornil, Genondet, Roustan, Verga, Biffi, Mantegazza, Marcet, Colin, Petroff, Clark, Klebs u. v. a., hauptsächlich auf subkutane Impfungen.

Insbesondere um dem Einwande zu begegnen, daß die erzeugten Tuberkel nur eine Folge des subkutan geschaffenen Käseherdes seien und dieser eine Vorbedingung für ihre Entwicklung bilde, kamen dann intravaskuläre, besonders intravenöse Impfungen mehr in Aufnahme.

Da es sich zu jener Zeit noch um die Kardinalfrage handelte, ob die Tuberkulose überhaupt infektiös sei, begnügte man sich, die Entwicklung von Knötchen festzustellen oder war in dem Bestreben, die ätiologische Identität der Lungentuberkulose mit der allgemeinen Miliartuber-