



# Beiträge

zur

## Kenntniss des Einflusses von Temperatur- und Witterungsverhältnissen auf die Tenacität des tuberkulösen Sputums.

### Inaugural-Dissertation

der

**Medicinischen Facultät zu Jena**

zur

Erlangung der Doctorwürde

in der

**Medicin, Chirurgie und Geburtshilfe**

vorgelegt von

**Hugo Eichhorn,**  
approb. Arzt aus Coburg.



Jena,

Druck von B. Engau.  
1893.



Genehmigt von der medicinischen Facultät zu Jena auf Antrag des  
Herrn Hofrath Prof. Gärtner.

Jena, den 11. Februar 1893.

**Prof. Riedel,**  
d. Z. Dekan.

Die bis jetzt zum Zweck der Feststellung der Tenacitätsverhältnisse des Tuberkelbacillus vorgenommenen Untersuchungen erstreckten sich auf den Einfluss des Eintrocknens, der Fäulniss, der Einwirkung geringerer Kältegrade, welche in den Versuchen Galtier's öfter von Wärmegraden bis zu 12° C. unterbrochen waren, des Aufkochens, des Wasserdampfs von 100°, der Verdauungsssekrete, des Jodoforms, des Einsalzens, des Räucherns und verschiedener Desinfectionsmittel.

Ein Theil dieser Versuche wurde mit Stückchen von tuberkulösen Organen verschiedener Thiere, ein anderer mit Auswurf tuberkulöser Menschen angestellt. Die Ergebnisse waren nicht immer die gleichen; bei Eintrocknung und Fäulniss wichen sie sogar z. Th. erheblich von einander ab.

Es schien mir angezeigt, zu untersuchen, welchen Einfluss die bei uns im Freien und in Gebäuden zeitweise gebotenen, bezw. möglichen Temperatur- und Witterungsverhältnisse auf die Tenacität des tuberkulösen Sputums ausüben, das ja viel öfter als Organe oder Organstückchen diesen Einflüssen ausgesetzt ist.

Die Versuche wurden von Ende Januar bis Anfang August des Jahres 1890 angestellt und zunächst der Einfluss langanhaltender Winterkälte, und der während dieser Zeit im Freien, in den oberen Bodenschichten, in verschiedenen Räumen des Hauses, im Stalle und im Siele gebotenen Verhältnisse untersucht.

Das Sputum lieferte ein Patient der Poliklinik, ein 60jähr. Gärtner, welcher die Hülfe der Poliklinik zuerst im Jahre 1888 wegen Haemoptoe in Anspruch genommen hatte; im Anfang des Jahres 1890 war er schon recht schwach und abgemagert; gegenwärtig (Anfang October 1892) lebt er noch, ist jedoch dem Ende nahe. Der Auswurf wurde in ein leeres Thongefäss gespuckt, in das hygienische Institut gebracht, dort mit einem Glasstab durcheinander gerührt und dann theils so verwendet, theils vorher entweder mit Erde, Thon, Mist oder Koth verrührt, oder in Mistjauche, Bouillon oder Sielwasser übertragen, oder auf ein Tuch oder auf Kartoffelhälften aufgegossen. Ausser in den zuletzt angeführten Versuchen, bei welchen zugleich der Einfluss des Eintrocknens in Betracht kommt, wurde das Versuchsmaterial in Mengen bis zu 6 ccm in Reagircylinder eingegossen, deren Oeffnungen, um den Luftaustausch möglichst wenig zu behindern, nur mit steriler Watte verschlossen wurden.

Die bislang vorliegenden Untersuchungen über Tenacitätsverhältnisse der Tuberkelbacillen hatten im Allgemeinen eine hohe Widerstandsfähigkeit, eine Lebenszähigkeit der Tuberkelbacillen ergeben, welche es wahrscheinlich machte, dass auch unter den hier gewählten Versuchsbedingungen die Tuberkelbacillen sich längere Zeit halten würden. Um zu untersuchen, ob sie noch infectionskräftig seien, wurden ungefähr halbjährige Kaninchen der Landrace subcutan geimpft, da Meerschweinchen in ausreichender Menge nicht zur Verfügung standen.

Die Vortheile, welche die subcutane Impfmethode gegenüber der intraperitonealen bietet, bestehen nach Gebhardt<sup>1)</sup> vor Allem darin, dass die Gefahr einer gleichzeitig erfolgen-

1) Fr. Gebhardt, Experimentelle Untersuchungen über den Einfluss der Verdünnung auf die Wirksamkeit des tuberkulösen Giftes. (Virch. Arch. Bd. CXIX, H. 1, S. 137, 1890.)

den anderweitigen Infection eine viel geringere ist, da das Peritoneum unverletzt bleibt; es bildet sich ferner an der Impfstelle ein Abscess, an dessen Eiter man schon, während das Thier noch lebt, durch den Nachweis von Tuberkelbacillen die tuberkulöse Natur des ganzen Processes feststellen kann; nach seinen Erfahrungen reagiren ferner die Thiere auf intraperitoneale Impfung nicht empfindlicher, höchstens dauert es bei subcutaner Impfung um einige Zeit länger, bis die Tuberkulose sich über die inneren Organe in gleicher Ausdehnung verbreitet hat, wie bei der intraperitonealen.

Zur Impfung wurden immer nur geringe Mengen verwendet, um eine Infection mit raschtödtenden Mikroorganismen möglichst zu verhüten.

Nach Kitasato<sup>1)</sup> sind nun allerdings verschiedene Partieen des tuberkulösen Sputums, selbst, wenn sie alle viele Tuberkelbacillen enthalten, dennoch ungleichwerthig: auf Glycerinagar oder auf Blutserum gebracht, wächst nur ein Theil der Sputumflocken zu Colonieen aus, welche zudem erst nach ungefähr 4 Wochen den aus Organknötchen gewonnenen gleichen. Verimpfte er steril gebliebene Flocken auf Meerschweinchen, so zeigten die nach 2 Monaten getödteten Thiere keine Spur von Tuberkulose.

Es ist also möglich, dass in einen oder anderen, ohne positives Resultat gebliebenen Versuche eine derartige Sputumpartie zur Verimpfung gekommen wäre, wenn schon durch unmittelbar vor der Impfung vorgenommenes sorgfältiges und intensives Verreiben des Versuchsmateriales eine möglichst gleichmässige Vertheilung der darin vorhandenen Bacillen herbeizuführen gesucht wurde.

Gebhardt verdünnte tuberkulöses Sputum mit Wasser

---

1) S. Kitasato, Gewinnung von Reinculturen der Tuberkelbacillen und anderer pathogener Bacterien aus Sputum. (Zeitschr. f. Hyg. Bd. XI, S. 441, 1892.)

und vertheilte es darin möglichst gleichmässig. Er verimpfte verschiedene Mengen davon auf Meerschweinchen und fand, als er die Thiere nach 4 Wochen tödtete, bei subcutaner Infectionsmethode zunächst regelmässig das Auftreten eines Abscesses an der Impfstelle, ferner die Entstehung einer Drüsentuberkulose auf dem Lymphwege; die weitere Verbreitung im Körper erfolgte um so rascher, je grösser die Menge des aufgenommenen Giftes war; noch in einer Verdünnung von 1:100 000 war es wirksam und erzeugte ausser dem Abscess und der Drüsenaffection tuberkulöse Veränderungen der Milz und meist auch der Lungen.

In einem Falle konnte er allerdings keine tuberkulöse Veränderung im Versuchsthiere hervorrufen, trotzdem ein anderes, das eine weit geringere Menge erhalten hatte, ausgebreitete Tuberkulose aufwies. Es ist also möglich, dass hier zufällig nur todtete Tuberkelbacillen zur Verwendung gekommen waren, doch könnte es auch der Zufall bewirkt haben, dass, wie Baumgarten<sup>1)</sup> hervorhob, die Tuberkelbacillen bereits zu Boden gesunken waren, als die Impfung stattfand, oder, dass die wirksamen Tuberkelbacillen an der Wand oder am Boden der Injectionsspritze liegen geblieben waren.

Man wird also die Möglichkeit dieser Zufälle bei ohne positives Resultat gebliebenen Versuchen berücksichtigen müssen; im Allgemeinen darf man jedoch nach den Versuchsergebnissen Gebhardt's annehmen, bei gehöriger Durcheinandermengung des Versuchsmateriales, auch bei Injection geringer Mengen mindestens einige, zur Infection des Versuchsthieres genügende Tuberkelbacillen verwendet zu haben, falls dieselben infectionstüchtig geblieben sind.

Vom Eiterinhalt des auch fast in jedem meiner Versuche an der Impfstelle aufgetretenen Abscesses, sowie von Lungen,

---

1) Baumgarten, Jahresber. f. 1890. Bd. V, S. 270 Anm.

Milz und Leber, auch wenn dieselben ganz normal erschienen, wurden mindestens je 4 Deckglaspräparate von verschiedenen Stellen angefertigt und 24 Stunden lang in Carbofuchsin gefärbt, wenn die Schnellfärbung kein positives Resultat ergeben hatte. Die Entfärbung wurde in 5% Schwefelsäure vorgenommen; zum Auswaschen wurde Wasser, wenn nöthig auch Alkohol, verwendet, zum Nachfärben eine schwache, wässrige Methylenblaulösung.

---

## I. Einfluss strenger, lang anhaltender Kälte.

Die Temperaturverhältnisse, welche ein möglichst strenger, lang dauernder Winter bei uns zu bieten vermag, wurden in der Weise annähernd zu erreichen gesucht, dass täglich früh und abends eine Temperatur von  $-21^{\circ}$  C. hergestellt wurde, welche sich in der Zwischenzeit, je nach der Temperatur der Luft, mehr oder weniger dem Nullpunkt näherte, ja ihn vom 37. Tage ab einige Male überschritt.

Die hierzu dienende Kältemischung wurde anfangs aus Schnee und Viehsalz, vom 8. III. ab aus Salz und Eisstückchen bereitet. Die Versuchsröhrchen wurden in einen mit Kältemischung gefüllten hohen und schmalen Blumentopf gesteckt, welcher durch einen etwas weiteren überdacht wurde; das im Boden des Letzteren befindliche kleine Loch wurde anfangs mit einem Stein, späterhin mit einem Eisstück bedeckt; der Blumentopf wurde in einen sehr breiten, ca. 17 cm hohen Küchentopf aus glasirtem Thon gestellt, der früh und abends bis obenhin mit Kältemischung gefüllt und mit Schnee umgeben wurde. Anfangs stand er hinter dem hygienischen Institut (Nordseite), vom 20. III. ab im Eisschrank. Vor Licht und Wärme waren so die Röhrchen möglichst gut geschützt.

In den Blumentopf wurden am 3. II. 1890 gestellt:

- 1) 2 je 5 ccm tuberkulöses Sputum enthaltende Röhrchen,

- 2) 3 je 6 ccm zu gleichen Theilen mit Gartenerde vermischtes Sputum enthaltende Röhrenchen,
- 3) 2 je 6 ccm zu gleichen Theilen mit sterilem, gepulvertem, trockenem Thon vermischtes Sputum enthaltende Röhrenchen;
- 4) 2 je 6 ccm Gartenerde-Sputum enthaltende Röhrenchen wurden am 8. II. 1890 nachgebracht.

In der nachstehenden Tabelle sind die Temperaturen verzeichnet, welche am Morgen vor Erneuerung der Kältemischung in ihr beobachtet wurden; die am Abend erreichte Temperatur war immer wesentlich niedriger und braucht infolgedessen nicht mit aufgeführt zu werden. Aus der Tabelle ergibt sich ferner, dass Temperaturen um und über Null mit hoher Aussentemperatur zusammenfielen; auch die Höhe der Schneeschicht war nicht gleichgültig, da eine höhere Schneedecke den Topf mit einem Mantel von 0° umgab.

	°C.	Schneehöhe. cm
2. II. 90 Mittags	—21	4
Abends	—18	
3. II. 90 früh	— 9	4
4.—8. II. 90	— 8	4
9.—11. II. 90	— 5	1
12.—13. II. 90	— 8	1
14.—16. II. 90	—10	1
17.—19. II. 90	— 3 (der Topf wird mit vorher auf-	(0)
20. II. 90	— 6 gesammeltem Schnee umgeben)	
21. II. 90	— 9	
22. II. 90	— 7	
23. II. 90	— 8	
24. II. 90	— 2 (	
25. II. 90	— 1 (	
26. II. 90	— 7 (	1
27. II. 90	— 4 (	0
28. II. 90	— 7 (	1

Aussentemperaturen  
von Abends bis morgens.  
(Temp. Min. — 2,0, Max. 0,0)  
( „ „ — 4,0, „ + 0,5)  
( „ „ — 1,3, „ 1,0)  
( „ „ — 7,2, „ — 1,0)  
( „ „ — 6,7, „ 1,5)  
( „ „ — 6,7, „ — 2,0)

		°C.	Aussentemperaturen von Abends bis morgens.	Schnee- höhe. cm
	1. III. 90	früh — 14	(Temp. Min. — 15,2, Max. — 8,7)	6
2.—5.	III. 90	„ — 13		5
	6. III. 90	„ — 10		15
	7. III. 90	„ — 0,5	( „ „ — 2,6, „ + 5,0)	3
	8. III. 90	„ — 7		
	9. III. 90	„ — 3,5		
	10. III. 90	„ — 6		
	11. III. 90	„ — 0,5 <sup>1)</sup>	( „ „ + 2,1, „ — 4,5)	
	12. III. 90	„ — 0,5 <sup>1)</sup>	( „ „ + 4,8, „ — 6,7)	
	13. III. 90	„ — 1,0	( „ „ — 1,4, „ — 5,4)	
	14. III. 90	„ — 0,5 <sup>1)</sup>	( „ „ + 2,1, „ — 5,8)	
	15. III. 90	„ — 1,0 <sup>1)</sup>	( „ „ — 1,7, „ — 7,8)	
	16. III. 90	„ — 4,0	(Alle Röhrrchen gefroren)	
	17. III. 90	„ — 2,0 <sup>2)</sup>		
	18. III. 90	„ — 4,0		
	19. III. 90	„ — 1,0 <sup>1)</sup>		
	20. III. 90	„ — 4,0		

Von jetzt ab wurde Eis zur Kältemischung genommen und der Topf in den Eisschrank gestellt.

		°C.	°C.	
	21. III. 90	früh — 17	10.—20. IV. 90	früh — 10
	22. III. 90	„ — 5	21. IV. 90	„ — 8
	23. III. 90	„ — 7	22. IV. 90	„ + 1 <sup>1)</sup>
	24. III. 90	„ — 14	23.—28. IV. 90	„ — 8 bis — 10
	25. III. 90	„ — 4 <sup>2)</sup>	29. IV. 90	„ — 6 <sup>2)</sup>
	26. III. 90	„ — 5	30. IV. 90	„ — 8 <sup>2)</sup>
	27. III. 90	„ — 10	31. IV. 90	„ — 10
	28. III.—1. IV.	— 10		
	29. III. 90	„ — 6 <sup>2)</sup>	1. V. 90	„ — 11
	30. III. 90	„ — 8	2. V. 90	„ — 8
	31. III. 90	„ — 10	3. V. 90	„ — 8
			4. V. 90	„ — 6 <sup>3)</sup>
	1. u. 2. IV. 90	„ — 4 <sup>2)</sup>	5.—8. V. 90	„ — 4 bis — 7 <sup>3)</sup>
	3.—8. IV. 90	„ — 10	9. V. 90	„ + 5 <sup>1)</sup>
	9. IV. 90	„ — 1 <sup>2)</sup>		

Vom 9. V. ab war auch die Beschaffung von Eis nicht mehr möglich, die Röhrrchen blieben bis zum 15. V. im Eisschrank stehen.

1) Die Sputum-Röhrrchen sind aufgethaut, schwimmen mit dem Grund auf der Flüssigkeit, das mit Watte verschlossene offene Ende liegt der Wand des Blumentopfes an. Die Erde-Sputum-Röhrrchen hingegen führen festen Inhalt, sind tiefer in die Flüssigkeit eingestunken.

2) Die obersten Schichten des Sputums sind verflüssigt.

3) Sputum ganz, Erdesputum nur wenige mm weit aufgethaut.

4) Sputum und Erdesputum aufgethaut.

Die Röhrechen waren also zunächst 5 Wochen lang einer anhaltend sehr niedrigen, täglich 2 mal wenig beträchtliche Schwankungen erleidenden Temperatur ausgesetzt; dann stieg die Temperatur bis auf 0°, worauf beträchtlichere Schwankungen der Morgentemperatur folgten (— 4 bis — 7 : — 21); am 37. Tage war zum ersten Male Sputum aufgethaut, am 40., 41., 43., 44., 46., 48. und 49. Tage war fernerhin Auftauen eingetreten. Sodann folgte wieder strengere Kälte bezw. geringere Temperaturschwankungen.

Am 22. IV. (nach 79 Tagen) wurde zum ersten Male der Nullpunkt überschritten und + 1° C. erreicht, worauf bis zum 4. V. wieder strengere Kälte folgte. Zuletzt wurde die Aussen-temperatur so hoch, dass schon bei Temperaturen von — 4 bis — 6 in der Kältemischung der Röhrecheninhalt theilweise aufgethaut war. Vom 9. bis zum 15. V. standen die Röhrechen bei einer Temperatur, die andauernd, ohne erhebliche Schwankungen, sich einige Grade über Null hielt.

Das Schmelzen des Röhrecheninhalts bei Temperaturen unter Null trat immer in den aus der Kältemischung hervorragenden Theilen des Röhrecheninhalts ein und erstreckte sich oft nur bis wenige mm unter die Oberfläche, wenn sich die Lufttemperatur über 0° erhoben hatte. Die Erde- und Thonsputum enthaltenden Röhrechen tauchten infolge ihres höheren spec. Gewichtes immer am tiefsten ein, waren also am meisten den in der Kältemischung herrschenden Temperaturen ausgesetzt und erfuhren deshalb weniger oft eine Aenderung ihres Aggregatzustandes, als die Sputum-Röhrechen; sie thauten überhaupt nur 2 mal völlig auf (am 22. IV. bei + 1° C. und am 9. V. bei + 5° C.).

Da Gummikappen, um den Luftaustausch nicht zu behindern, nicht angewendet wurden, drang in einige der Röhrechen Salzlösung ein und es war nun zu bedenken, ob nicht der Salzgehalt auf die Tuberkelbacillen schädigend einwirken könne: der Tuberkelbacillus lebt ja im Organismus in bei weitem nicht so salzhaltigem Gewebe, es muss also, wenn er in eine stärkere Salzlösung kommt, Plasmolyse eintreten,

wie neuerdings A. Fischer<sup>1)</sup> auch für Bacterien nachweisen konnte. Nach einiger Zeit wird allerdings das durch Plasmolyse von der Membran zurückgewichene Protoplasma wieder turgescent und bekommt wieder seine frühere Ausdehnung; mit anderen Worten: der Salzgehalt der umgebenden Lösung und der des Protoplasmas der Bacterien gleichen sich wieder aus.

Dass nun ein selbst lange Zeit dauernder Aufenthalt in Salzlösungen Tuberkelbacillen nichts schadet, haben Untersuchungen von J. Forster<sup>2)</sup> ergeben: Er bestreute kräftige Gelatine- oder Agar-Culturen pathogener Bacterien mit Kochsalz und zwar in solcher Menge, dass nicht nur das im Nährmedium vorhandene Wasser mit  $\text{ClNa}$  übersättigt wurde, sondern noch ein Ueberschuss ungelösten  $\text{ClNa}$  Culturen und Nährböden bedeckte. Das Protoplasma der Bacterien musste also in diesen Versuchen zunächst eine starke Schrumpfung erlitten haben, welche sich dann allmählig wieder ausglich; je nach der Dicke oder vielmehr dem Grade der Durchlässigkeit der Membran für Salzlösung muss dieser Vorgang rascher oder langsamer stattfinden.

Verschiedene pathogene Bacterien erlitten hierdurch eine verschieden grosse Schädigung: Cholera-bacillen waren z. B. schon nach wenig Stunden abgestorben, Staphylococcus pyogenes aureus, Streptococcen und Schweinerothlaufbacillen hingegen blieben Wochen bis Monate lang am Leben. Tuberkelbacillen-Culturen, die sich auf Pferdefleischbouillon-Glycerinagar üppig entwickelt hatten, waren noch nach 2 Monaten entwicklungsfähig geblieben; bei erneuter Züchtung zeigten sie alle charakteristischen Merkmale. Fleisch allgemeintuberkulöser Thiere wurde ferner in Stücke zer-

1) A. Fischer, Die Plasmolyse der Bacterien (Berichte d. Kgl. S. Gesellsch. d. Wissensch. Math. phys. Cl. 1891. S. 52—74 m. 1 Tfl.).

2) J. Forster, Ueber die Einwirkung gesättigter Kochsalzlösungen auf pathogene Bacterien (Münch. med. Wochenschr. XXXVI, 29. 1889).

schnitten und diese mit Salz bestreut. Nach 18 Tagen war es für Kaninchen und Meerschweinchen noch infectionskräftig. In menschlichen Sputis wurden nach 4 Wochen langer Bedeckung mit Kochsalz leicht massenhaft Tuberkelbacillen gefärbt. Dies würde allerdings ihre Virulenz nicht beweisen, aber nach den mit Reinculturen gewonnenen Resultaten ist es wahrscheinlich, dass dieselbe erhalten geblieben war.

Die geringen Mengen des in unsere Röhrrchen eingedrungenen Salzwassers konnten also einen schädigenden Einfluss nicht ausüben.

Am 15. V. 1890 (nach 101 bzw. 96 Tagen) wurden mit diesem Material 3 Kaninchen geimpft.

1) Das tuberkulöse Sputum hatte sich in der Zwischenzeit (namentlich durch das öftere Aufthauen und Wiedergefrieren) so verändert, dass ca. 2 ccm festgeballtes Sputum in ca. 6 ccm wässriger Flüssigkeit schwammen. Von erstem wurden ca. 0,2 ccm verimpft. Das Kaninchen starb am 20./21. VII. 1890 (nach 66 Tagen). An der Impfstelle war ein 7 cm langer, 2 cm hoher und  $3\frac{1}{2}$  cm breiter, von zahlreichen grauweissen Knötchen umgebener Abscess entstanden; in seiner nächsten Nähe lagen diese Knötchen dicht bei- und übereinander, die entfernteren lagen mehr zerstreut und reichten bis zu 3 cm weit. Der Unterlappen der rechten Lunge enthielt eine etwa haselnussgrosse Stelle von Consistenz und Farbe des Abscessseiters. Weder im Abscessseiter, noch sonst wo, konnten Tuberkelbacillen aufgefunden werden.

2) Das verwendete Thonsputumröhrrchen war unversehrt und das Thonsputum noch von derselben Consistenz, wie im Anfang; weder Wasser noch Salz war eingedrungen. Sein Inhalt kam in ein Porzellanschälchen, worin es mit der gleichen Menge sterilen Wassers verrieben wurde; 0,2 ccm davon wurden zur Impfung verwendet. Das Kaninchen starb am 4. VII. 1890 (nach 50 Tagen). An der Impfstelle



fanden sich ein grösserer (6 : 3 : 2,7 cm) und 3 kleinere Abscesse, sie enthielten sehr viele, meist in Gruppen zu 2—12 und mehreren neben-, durch- und übereinander liegende, gutgefärbte Tuberkelbacillen. Die inneren Organe waren normal. Die injicirten Tuberkelbacillen müssen also noch lebensfähig gewesen sein und haben sich stark vermehrt; es ist sehr wahrscheinlich, dass sie noch virulent waren und nur, durch die um sie entstandenen Eitermassen gewissermassen eingemauert, nicht in innere Organe verschleppt werden konnten.

3) Ueber dem zur Impfung verwendeten *Erdesputum* stand etwas Salzlösung mit einigen Viehsalzresten; um deren Miteinfließen zu verhüten, wurde die obenstehende Flüssigkeit abgossen, das Röhrchen aussen abgewaschen, dann sein Boden vorsichtig zerbrochen und die Erde so herausgelassen, dass der oberste verunreinigte Theil zurückblieb. Die Verimpfung wurde in derselben Weise, wie die vorige und mit der gleichen Menge vorgenommen. Das Impfthier starb vom 20./21. VII. 1890 (nach 66 Tagen). An der Impfstelle lag kein Abscess, sondern, wie die mikroskopische Untersuchung ergab, nur ein kleiner Erdrest, in dessen Umgebung das subcutane Gewebe schwärzlich pigmentirt war. Die Lungen und das Zwerchfell zeigten sich durchsetzt von zahlreichen, grossen, grauweissen, sehr derben Knoten, welche zahlreiche Tuberkelbacillen enthielten. In Milz und Leber waren stecknadelkopfgrosse, grauweisse Tuberkelbacillen haltige Knötchen in geringerer Anzahl aufzufinden.

Nach 2 Monaten hatte sich also eine vollständige Impftuberkulose, jedoch mit auffallend grossen und derben Lungen- und Zwerchfellherden entwickelt.

Aus diesen Versuchen folgt also, dass die Einwirkung starker Kälte, die täglich 2 mal auf  $-21^{\circ}$  C. gebracht wurde, wobei jedesmal grössere Schwankungen eintraten, welche anfangs geringer waren als  $10^{\circ}$  C., nach 32 Tagen aber erheb-

licher wurden und vom 37. Tage ab mehrmals fast und einige Male sogar mehr als 21° C. betrogen, wodurch also zum Theil aufgethautes Material plötzlich wieder einer Kälte von — 21° ausgesetzt wurde, nach 3 1/2 monatlicher Einwirkung zwar die Lebensfähigkeit der im Sputum enthaltenen Tuberkelbacillen zerstört hatte, aber nicht hinreichend war, um mit sterilem, gepulvertem Thon oder mit Gartenerde vermisches Sputum seiner Virulenz zu berauben.

Dieser Unterschied erklärt sich aus dem Umstande, dass das Sputum viel öfter, und namentlich öfter ganz aufthaute, als Erde- oder Thonsputum.

Nach den Untersuchungen verschiedener Forscher wirkt Gefrieren und Wiederaufthauen viel schädigender auf Bacterien ein, als länger andauerndes blosses Gefrorensein.

Prudden<sup>1)</sup> konnte im Eis Typhusbacillen noch nach 103 Tagen nachweisen. De Varigny<sup>2)</sup> fand Typhusbacillen, deren Zahl z. B. nach eintägigem Gefrieren von 40 900 auf 30 000 heruntergegangen war, nach 3 maligem Aufthauen und Wiedereinfrieren vernichtet; bei *Staphylococcus pyogenes aureus* fand er vor dem Gefrieren 112 000, nach 1/4 Stunde 52 000, nach einmaligem Aufthauen und Wiederfrieren 13 000 Keime, nach 2 stündigem Gefrieren 21 300, nach 3 maligem Aufthauen und Wiedereinfrieren nur noch 110, ferner nach 24 stündigem Gefrieren 22 600, nach 4 maligem Aufthauen und Wiedereinfrieren 0; bei *Bacillus prodigiosus* vor dem Frieren 340 000, 24 Stunden später 36 000, nach 1 maligem Wiederaufthauen und Wiedereinfrieren 2 570 Keime; nach 96 Stunden 4 850, nach 4 maligem Wiederaufthauen und Wiedergefrieren 0.

---

1) Prudden, Med. Record of New-York. March 1887.

2) Varigny, G. de, Les bactéries de la glace. (Revue sanitaire de Bordeaux. No. 89—90. — Ref. in Zeitschrift f. allgem. Gesundheitspflege. Bd. V.)

Bordoni-Uffreduzzi<sup>1)</sup> hielt Eis im Eiskeller in grossen Zinkbehältern und untersuchte es monatlich auf seinen Bacteriengehalt; das Thauwasser enthielt stets 90 % Bacterien weniger, als vor dem Einfrieren, selbst noch nach 6 Monaten; er konnte also Prudden's Behauptung, die Zahl der Bacterien im Eis nehme im Verhältniss zur Dauer des Gefrorenseins ab, nicht bestätigen.

Was nun den Einfluss der Kälte auf Tuberkelbaccillen anbetrifft, so fanden Cadéac und Mallet<sup>2)</sup>, die Lungenstückchen im Freien Temperaturen von  $-1^{\circ}$  bis  $-8^{\circ}$  aussetzten, so dass sie oft über 1 Woche festgefroren blieben, noch nach 4 Monaten, dass die Virulenz derselben noch die gleiche war, wie die des frischen Materials.

Galtier<sup>3)</sup> setzte tuberkulöse Organstückchen verschiedener Thiere

- 1) Temperaturen von  $-3^{\circ}$  bis  $-4^{\circ}$  C. in der Nacht, bis  $+3^{\circ}$  C. bei Tage 10 Tage lang (Kaninchenmilz);
- 2) Temperaturen von  $-7^{\circ}$  bis zu  $+8^{\circ}$  C. 9 Tage lang (Kaninchenmilz) und 10—17 Tage (Kuhlungenstückchen);
- 3) Temperaturen von  $-4^{\circ}$  bis  $+11^{\circ}$  C. 16—20 Tage lang (Kaninchenmilz und Kuhlungenstückchen);
- 4) Temperaturen von  $-6^{\circ}$  bis  $+12^{\circ}$  C. 30 Tage lang (Kaninchenmilzstückchen)

aus, ohne dass nach dieser Zeit bei Ueberimpfen auf Meerschweinchen und Kaninchen ein Virulenzverlust zu bemerken gewesen wäre.

1) Bordoni-Uffreduzzi, Die biologische Untersuchung des Eises in seiner Beziehung zur öffentlichen Gesundheitspflege. (Cbl. f. Bact. u. Parasitenk. 1887. Bd. II, No. 171.)

2) Cadéac et Mallet, Recherches expérimentales sur la virulence des matières tuberculeuses desséchées, putréfiées ou congelées. (Lyon médical du 17 mai 1888. p. 229. — Revue vétér. de Toulouse 1889.)

3) Galtier, Dangers des matières tuberculeuses, qui ont subi le chauffage, la dessiccation, le contact de l'eau, la salaison, la congélation, la putréfaction. (Compts. rend. de l'acad. de Paris. 1887. Vol. 105, p. 231.)

## II. Versuche mit geringerer, an der Erdoberfläche (im Schnee) herrschender Kälte.

Vom 31. I. bis zum 22. V. 1890 wurden:

- 1) 3 Röhrechen mit je 5 ccm. tuberkulösem Sputum, vom 20. II. bis zum 22. V. 1890, ferner:
- 2) 1 Röhrechen mit 6 ccm mit Sputum vermischter, sterilisirter Mistjauche und
- 3) 1 Röhrechen mit 6 ccm mit gleichviel sterilisirtem Mist vermengtem Sputum

in einem mit Schnee gefüllten Blumentopf hinter dem hygienischen Institut (Westseite) zwischen niedrigen Fichten aufgestellt und immer dick mit Schnee umgeben. Vom 19. II. ab kamen sie in einen grossen, in noch geschützterer Lage aufgesammelten Schneehaufen und, als dieser aufgebraucht war, am 19. III. in den Eisschrank, wo sie bis zum 22. V. stehen blieben.

Der Einfluss des Lichtes war fast gänzlich ausgeschlossen: die Röhrechen staken ziemlich tief im Schnee, und, selbst wenn der Schnee ganz geschmolzen war, waren sie soweit in den Blumentopf hineingesunken, dass sie durch die Wände desselben vor seitlich einfallendem Licht geschützt waren. Auch der Schatten der Fichten hielt viele Lichtstrahlen ab.

In der folgenden Tabelle sind die von der meteorologischen Station der benachbarten Sternwarte während dieser Zeit beobachteten Temperaturverhältnisse verzeichnet. Die Minima sind in Anbetracht des Umstandes, dass die Röhrechen im Schnee staken, zu tief. Das Maximum ist nur dann angegeben, wenn es unter Null lag; Temperaturen über Null kommen ja im Schnee nicht vor. Die Tagesschwankungen sind dem entsprechend zu gross. Ferner ist die Schneehöhe der Umgebung in cm angegeben, was nur insoweit in Be-

tracht kommt, als sich aus der Vergleichung der einzelnen Schneehöhen erkennen lässt, ob der Schneefall oder Regen, dessen Dauer gleichfalls mit angeführt ist, ergiebig gewesen war oder nicht; der die Versuchsröhrchen enthaltende Blumentopf wurde ja immer wieder mit Schnee angefüllt und umgeben.

Dat.	Max.	Min.	Grösste Tages- schwankung	Schnee- höhe cm	Niederschläge
31. I.	0,0	7,2	8,2	9	Nachts Schneefall.
1. II.	— 2,8	— 11,5	8,7	6	
2. II.	— 1,2	— 14,0	12,8	4	
3. II.	0,0	— 12,0	12,6	4	
4. II.	0,0	— 9,0	9,4	4	
5. II.	— 4,0	— 13,0	9,0	4	9 Uhr geringer, feiner Regen.
6. II.	— 0,8	— 8,2	7,4	4	
7. II.	— 0,7	— 9,0	9,7	4	
8. II.	— 0,7	— 12,5	11,8	1	
9. II.		— 5,6	7,1	1	
10. II.	— 2,0	— 10,9	8,9	1	
11. II.	— 0,6	— 6,0	5,4	1	
12. II.	— 0,3	— 9,5	9,2	1	
13. II.		— 11,5	12,4	1	
14. II.		— 10,2	14,0	1	
15. II.		— 10,7	14,9	1	
16. II.		— 3,7	8,7	1	Nachts Schnee, Vorm. Schnee
17. II.		— 4,2	6,7	0	und Regen.
18. II.		— 2,3	2,8		
19. II.	— 1,0	— 3,9	2,9		(Der Topf wurde jetzt in den Schneehaufen gesteckt.)
20. II.		— 5,7	6,7		
21. II.		— 8,2	12,7		
22. II.		— 8,2	10,9		
23. II.		— 2,0	2,5		Früh 10 Uhr Schnee u. Regen, Nachm. gering. Schneefall.
24. II.		— 4,0	5,3		Nachm. 1 U. gering. Schneef.
25. II.		— 2,7	4,2	1	Früh 1 Uhr Schneefall.
26. II.		— 7,2	8,7	0	
27. II.		— 6,7	8,2	1	Nachts Schneefall.
28. II.	— 2,0	— 12,2	10,2	7	Nachts u. Vorm. Schneefall.
1. III.	— 4,7	— 15,7	11,0	6	
2. III.	— 6,3	— 20,9	14,6	5	Nachm. 8 Uhr geringer Schn.
3. III.	— 4,3	— 15,7	4,7	5	Vorm. geringer Schnee mit
4. III.	— 2,5	— 20,9	11,7	5	Unterbrechung.
5. III.		— 9,0	16,1	5	Den ganzen Tag Schnee mit
					Unterbrechung.
6. III.		— 2,6	7,3	15	Vorm. etwas Schnee, Von
					Mitt. ab Regen m. Unterbr.
7. III.			5,7	3	Tagsüber feiner Regen mit
8. III.			3,5	0	Unterbrechung.
9. III.			8,6		Nachm. 1 Uhr Regen.

Dat.	Max.	Min.	Grösste Tages- schwankung	Schnee- höhe cm	Niederschläge
10. III.		— 3,5	8,7		
11. III.			8,1		Vorm. feiner Regen mit Unterbrechung.
12. III.			7,2		
13. III.		— 1,4	15,0		
14. III.			4,9		
15. III.		— 1,7	17,7		
16. III.		— 1,2	16,2		
17. III.			12,3		
18. III.			2,9		Nachts mässiger Regen.

Am 19. III. war kein Schnee mehr vorhanden; die Röhren werden deshalb in den Eisschrank gebracht, wo sie bei Temperaturen, die nur wenig um 0 herum schwankten, bis zum 22. V. stehen blieben.

Am 22. V. wurden verimpft:

1) 0,2 ccm unverdünntes Sputum, welches vor 111 Tagen in den Schnee gebracht war. Am 17. VI. hatte sich ein ungefähr 5-markstückgrosser Abscess der Impfstelle nach aussen geöffnet; er enthielt grauweissen, faderiechenden, dickflüssigen Eiter mit zahlreichen, oft in Häufchen angeordneten Tuberkelbacillen. Am 25. VI. waren 2 Perforationsöffnungen gebildet, am 5. IX. an ihrer Stelle eine grosse zu bemerken. Das Kaninchen starb am 1. I. 1891 (nach 7 $\frac{1}{2}$  Monat; nicht an Tuberkulose). An der Impfstelle führte eine Oeffnung von 3 cm Durchmesser in einen 1 $\frac{1}{2}$  cm langen,  $\frac{1}{2}$  cm breiten und 1 cm hohen, im Unterhautgewebe befindlichen, dickwandigen Abscess, welcher, namentlich oben und unten, von zahlreichen erweiterten Lymphbahnen umgeben war. Nach der Mittellinie zu zog eine Anzahl bis stecknadelkopfgrosser Knötchen. Im Mesenterium waren zahlreiche, ungefähr halberbsengrosse und ein erbsengrosses Knötchen aufzufinden. Im unteren Rand der rechten Lunge waren mehrere kleine, grauweisse Knötchen enthalten. Im Abscesseiter, sowie in den Mesenterialknoten (verkäste Entozoen) wurden überaus zahlreiche, theils einzeln liegende,

theils in Haufen angeordnete, in den Lungenknötchen weniger zahlreiche Tuberkelbacillen nachgewiesen. Die übrigen Organe enthielten keine Tuberkelbacillen.

Mit Abscesseiter von der Impfstelle und mit einem Mesenterialknoten wurde am 7. I. 1891 je ein Meerschweinchen unter die Haut geimpft.

Am 21. I. (nach 14 Tagen) war das mit Abscesseiter geimpfte Meerschweinchen todt. Die rechten Leberlappen zeigten ziemlich starke Tuberkulose, die anderen waren weniger stark ergriffen. In der Milz fand sich ein grosser Heerd; die stark geschwellten Mesenterialdrüsen enthielten zahlreiche Tuberkelbacillen. Die Lungen waren normal. Die Todesursache war eine Enteritis.

Am 14. II. (nach 38 Tagen) starb das mit einem Mesenterialknoten geimpfte Meerschweinchen an Tuberkulose: Von normaler Lebersubstanz war fast nichts mehr zu sehen; die Milz war gleichfalls sehr hochgradig tuberkulös; die Lungen waren ziemlich stark ergriffen. An der Impfstelle fanden sich verkäste Heerde.

Trotz des langsamen Verlaufes der Tuberkulose des Kaninchens, das noch nach  $7\frac{1}{2}$  Monaten sehr wenig tuberkulöse Veränderungen an inneren Organen erlitten hatte, war derselbe bei den Meerschweinchen ein rascher. Man darf also annehmen, dass in den Kaninchenkörper durch die Impfung nur wenige virulente Tuberkelbacillen übertragen waren.

Ein zweites Kaninchen wurde am 22. V. 1890 mit 0,2 ccm unverdünntem Mistjauche-Sputum geimpft, welches vom 20. II. an (also 91 Tage lang) den Versuchsbedingungen ausgesetzt war. Es starb vom 20./21. VII. 1890 (nach 59 Tagen). An der Impfstelle fand sich ein ungefähr 1 cm langer,  $\frac{1}{2}$  cm breiter und hoher Abscess; um ihn herum lag eine grosse Anzahl ganz kleiner Knötchen, die theils nach dem Rücken, theils schief nach hinten und oben, bis zum

Anfang der Schwanzwirbelsäule hin zogen. Ueber der Theilungsstelle der Baucharteria lag eine vergrösserte Lymphdrüse, in welcher Tuberkelbacillen gefunden wurden. Die Lungen enthielten zerstreute, tuberkelbacillenhaltige, grauweisse Knötchen. Im Abscesseiter waren Massen von Tuberkelbacillen nachzuweisen. Die Milz und die Leber waren nicht ergriffen.

Das Thier hatte also über 8 Wochen gelebt und eine zwar wenig intensive, aber doch auf die Lungen bereits übertragene Tuberkulose davongetragen.

Ein drittes Kaninchen wurde, gleichfalls 91 Tage nach dem Beginn dieses Versuches, am 22. V. mit Mistsputum geimpft. Letzteres wurde mit der  $2\frac{1}{2}$  fachen Menge sterilen Wassers verdünnt und im Schälchen mittelst eines Porzellanpistills verrieben, von dieser Verdünnung wurden 0,2 ccm verimpft. Das Kaninchen starb am 16. VII. (nach 53 Tagen). An der Impfstelle fand sich ein 4 cm langer, 3 cm breiter und 0,3 cm hoher Abscess, neben welchem injicirte Lymphgefässe verliefen. Vom hinteren Rand desselben aus zogen Reihen stecknadelkopfgrosser Knötchen, welche mehr oder weniger dicht nebeneinanderlagen, unter dem Oberschenkel hin bis zur Schwanzwirbelsäule. Ueber den Abscess verlief ein stark injicirtes und mit zahlreichen kleinen Knötchen besetztes Gefäss. Die inneren Organe waren noch nicht von Tuberkulose ergriffen. Der Abscesseiter und die Knötchen enthielten dagegen Massen von in detritusartigem Eiter gelegenen Tuberkelbacillen.

Das Freibleiben der inneren Organe erklärt sich durch die Entzündung, welche in Folge der Einführung der Mistjauche entstanden und den Weg für die ursprünglich spärlich vorhandenen Tuberkelbacillen verlegte.

Wir fanden also in diesen Versuchen am 22. V. sowohl 95 Tage lang diesen Verhältnissen ausgesetztes Mistjauche- und Mistsputum, sowie 111 Tage lang den Versuchsbedingun-

gen unterworfenen, unvermischtes tuberkulöses Sputum noch virulent, während die im reinen Sputum enthaltenen Tuberkelbacillen im vorigen Versuch (vergl. S. 13), bei Einwirkung durch Aufthauen mehrmals unterbrochener Kälte, nach 101 Tagen abgestorben waren.

Aus den mit strenger und weniger strenger Kälte angestellten Versuchen ergibt sich ferner folgendes praktisch wichtige Resultat: Das von Australien und Neuseeland in Schiffsladungen nach Europa versandte frische Fleisch wurde früher<sup>1)</sup> während des ganzen Transports beständig zwischen — 5 und — 10° C. gehalten; jetzt begnügt man sich mit Temperaturen, welche wenig über oder unter dem Gefrierpunkt liegen. Für die hygienische Beurtheilung ist dies gleichgültig: enthält derartige Fleisch Tuberkelbacillen, so genügt die zum Transport nöthige Zeit nicht, sie absterben zu lassen.

Die Versuche mit Mist und Mistjauche schienen hier angezeigt, da ja offenbar auf dem Lande vielfach tuberkulöse Sputa auf den Mist und in die Mistjauche gelangen, welche beide auf dem Hofe in der Nähe der Wohnungen lange Zeit liegen bleiben. Auf die freiliegende Oberfläche wirkt allerdings in schneefreien Zeiten das Sonnenlicht ein, nicht aber auf die tieferen Schichten; die dort liegenden Bacillen können gefährlich werden.

### III. Einwirkung möglichst vieler Witterungserscheinungen.

Die Versuchsröhrchen wurden auf ein Brett gelegt, welches vor einem südlichen Fenster des hygienischen Instituts angebracht war. Nur ihr Grund berührte das Brett, mit

1) Inclier, Du transport des viandes congelées sur les navires. (Revue sanitaire de Bordeaux. 1887. No. 78. — Ref. in Cbl. f. allgem. Gesundheitspflege. 1888. Bd. VII.)

dem Hals wurden sie auf ein Querholz gelegt, so dass sie fast durchaus von freier Luft umgeben waren und den Sonnenstrahlen von früh bis abends ausgesetzt sein konnten. Um das Herunterfallen zu verhüten, wurde eine mit ungefähr 5 cm hohen Rändern versehene Glasglocke darübergedeckt, welche gleichfalls mit ihrem obersten Rande dem Querholz auflag, so dass freier Luftaustausch statthatte.

Am 17. II. 1890 wurden in dieser Weise 3 Sputumröhrchen, 1 Mistjauchesputumröhrchen und ein Thonsputumröhrchen vor das Fenster gebracht.

Von den hier folgenden Temperaturverhältnissen müssen nach diesen Versuchsbedingungen die Maxima durchschnittlich höher genommen werden, da die Röhrchen dem direkten Einfluss der Bestrahlung ausgesetzt waren, die Instrumente der Beobachtungsstation hingegen in einem Jalousienkasten diesem Einfluss entzogen sind. Der Betrag der höchsten Tagesschwankung ist also durchweg zu niedrig; der ihm zuzählende Correctionsbetrag muss um so grösser sein, je stärkere Bestrahlungsverhältnisse herrschten. Die Intensität und Dauer der Bestrahlung wurde damals noch nicht gemessen; im Allgemeinen wird man sagen können, dass, je höher das beobachtete Maximum war, ein um so grösserer Betrag demselben, sowie der grössten Tagesschwankung zuzuzählen ist. Das Minimum hingegen wird direkt zu verwenden sein.

Was ferner die Witterungsverhältnisse anlangt, so kommt auch den täglichen Niederschlagsmengen nur ein relativer Werth zu: der Schnee fiel auf die Glasglocken auf und blieb daselbst liegen, bis er abgethaut, oder weggeweht wurde. Im allgemeinen wird sich hier der Schnee weniger lang gehalten haben, als die Tabelle angiebt. Solange aber in der Tabelle noch erheblichere Schneemengen verzeichnet sind, werden, wegen des Schutzes, den die Schneedecke ausübte, die Temperaturschwankungen und die Maxima etwas geringer gewesen sein, wie in der Tabelle. Nebel und Regen zeigen für unsere Versuche vornehmlich feuchte Luft an, da ja die Röhrchen durch den Glasdeckel gegen das Beregnetwerden geschützt waren. Wohl aber gestattete der lockere Watteverschluss den ausgiebigsten Austausch der Luft.

Zahlen von nur relativem Werth sind eingeklammert.

Tabelle der vom 17. II. bis zum 21. V. 1890 herrschenden Temperatur- und (z. Th.) Witterungseinflüsse (nach den Aufzeichnungen der meteorologischen Station in Jena zusammengestellt).

Datum	Beobacht. Max.	Beobacht. Min.	Grösste Tages- schwankung	Gesamter Niederschlag in cm. [ Schneeföhe in cm. ] gemessen 7 Uhr Vormittags	Schnee, Regen, Nebel, Reif und Thau.	
17. II.	(2,5)	— 4,2	(6,7)	[0]	(1,3)	Tags vorher Schnee und Regen. Früh Reif und Nebel.
18. II.	(0,5)	— 2,3	(2,8)	[0]		
19. II.	(— 1,0)	— 3,9	(2,9)			
20. II.	(+ 1,0)	— 5,7	(6,7)			Früh geringer Nebel.
21. II.	(+ 4,5)	— 8,2	(12,7)			Früh Reif.
22. II.	(+ 2,7)	— 8,2	(10,9)			Früh geringer Nebel.
23. II.	(+ 0,5)	— 2,0	(2,5)			Früh 10 Uhr feiner Schnee u. Regen, Nachm. etwas Schnee.
24. II.	(+ 1,3)	— 4,0	(5,3)		(0,1)	1—2 Uhr Nachm. Schnee.
25. II.	(+ 1,5)	— 2,7	(4,2)	[1]	(1,3)	Früh 1 Stunde Schnee.
26. II.	(+ 1,5)	— 7,2	(8,7)	[0]		Früh starker Reif und Nebel.
27. II.	(+ 1,5)	— 6,7	(8,2)	[1]	(0,5)	Nachts Schneefall.
28. II.	(— 2,0)	— 12,2	(10,2)	[7]	(4,1)	Nachts u. Vorm. stark. Schneefall.
1. III.	(— 4,7)	— 15,7	(11,0)	[6]	(0,2)	Früh starker Reif und Nebel.
2. III.	(— 6,3)	— 20,9	(14,6)	[5]		Früh Nebel, Abends etwas Schnee.
3. III.	(— 4,3)	— 9,0	(4,7)	[5]	(0,3)	Vormittags Schnee.
4. III.	(— 2,5)	— 14,2	(11,7)	[5]	(0,5)	Früh Nebel.
5. III.	(+ 1,8)	— 14,3	(16,1)	[5]		Tags Schneefall mit Unterbrech., Abends 2 Std. stark. Schneefall.
6. III.	(+ 4,7)	— 2,6	(7,3)	[15]	(3,7)	Vorm. Schnee. Von Mittags ab feiner Regen mit Unterbrechung.
7. III.	(6,5)	0,8	(5,7)	[3]	(5,6)	Tagsüber feiner Regen m. Unterbr.
8. III.	(7,6)	4,1	(3,5)	[0]	(0,8)	
9. III.	(8,9)	0,3	(8,6)			Nachm. 1 Stunde mässiger Regen.
10. III.	(5,2)	— 3,5	(8,7)		(0,7)	Starker Reif.
11. III.	(10,2)	2,1	(8,1)			Vorm. feiner Regen mit Unterbr.
12. III.	(10,2)	2,8	(7,2)		(0,2)	
13. III.	(13,6)	— 1,4	(15,0)		(0,1)	Früh Thau und Nebel.
14. III.	(7,0)	2,1	(4,9)			Früh Thau und Nebel.
15. III.	(16,0)	— 1,7	(17,7)		(0,2)	Früh starker Reif und Nebel.
16. III.	(15,0)	— 1,2	(16,2)			Früh starker Reif und Nebel.
17. III.	(15,9)	+ 3,6	(12,3)		(0,1)	
18. III.	(9,4)	6,5	(2,9)		(0,8)	Tagsüber Nebel, Nachts Regen.
19. III.	(15,6)	3,8	(11,8)		(0,1)	Früh Nebel und Thau, Nachmitt. 3 Stunden Regen.
20. III.	(13,3)	— 1,0	(14,3)		(4,9)	Früh Reif u. Nebel, Abends etw. Regen.
21. III.	(9,5)	2,8	(6,7)		(3,2)	Nachts und Vorm. Regen.
22. III.	(13,0)	— 0,2	(13,2)		(4,4)	Früh Reif und Nebel.

Datum.	Beobacht. Max.	Beobacht. Min.	Grösste Tages- schwankung.	Gesamt- niederschlag in cm gemessen 7 Uhr Vormittags	Schnee, Regen, Nebel, Reif und Thau.
23. III.	(10,1)	0,6	(9,5)	(0,1)	Früh Thau, Nachm. 1½ St. Regen.
24. III.	(12,0)	4,1	(7,9)	(0,8)	Früh 2 St. Regen, Vorm. unterbr. feiner Regen.
25. III.	(16,4)	3,4	(13,0)	(2,0)	Vorm. Thau, Nebel, Nachm. 1 St. Regen.
26. III.	(14,7)	5,4	(9,3)	(5,2)	Früh Nebel, Nachts Regen.
27. III.	(16,5)	7,3	(9,2)	(0,1)	
28. III.	(21,5)	7,8	(13,7)		
29. III.	(23,0)	4,8	(18,2)		Früh Thau.
30. III.	(16,5)	6,2	(10,3)		Früh Thau.
31. III.	(10,6)	1,8	(8,8)		Früh Thau.
-----					
1. IV.	(11,5)	0,0	(11,5)	(0,1)	Früh Thau.
2. IV.	(6,7)	0,0	(6,7)		Früh Thau und Nebel.
3. IV.	(12,6)	— 0,6	(13,2)		Reif, Vorm. Nebel.
4. IV.	(13,7)	— 1,4	(15,1)		Thau.
5. IV.	(16,6)	— 2,2	(18,8)		Starker Reif.
6. IV.	(17,8)	— 0,2	(18,0)		Thau.
7. IV.	(17,7)	1,3	(16,4)		Schwacher Thau.
8. IV.	(12,1)	3,3	(8,8)	(1,8)	Nachts und Vorm. Regen m. Un- terbrechung.
9. IV.	(11,9)	— 2,0	(13,9)	(0,3)	Starker Reif.
10. IV.	(9,9)	1,3	(8,6)		
11. IV.	(10,0)	— 3,0	(13,0)		Vorm. Nebel und ¼ Stunde gerin- ger Schneefall.
12. IV.	(9,6)	— 2,5	(12,1)	(0,1)	Reif, Nachm. 5 Stunden Regen.
13. IV.	(11,7)	1,6	(10,1)	(2,5)	Nachts Regen.
14. IV.	(10,8)	— 2,5	(13,3)	(0,1)	Reif und Nebel.
15. IV.	(16,9)	— 3,2	(20,1)		Starker Reif und Nebel.
16. IV.	(17,6)	0,0	(17,6)		Starker Thau, Nebel, Nachm. ¼ St. Gewitterregen.
17. IV.	(16,2)	2,2	(14,0)	(0,8)	Starker Thau, Nebel.
18. IV.	(16,0)	6,2	(9,8)	(0,2)	Starker Thau, Nebel.
19. IV.	(16,0)	4,9	(11,1)	(1,2)	Thau, Vorm. Regen.
20. IV.	(10,4)	6,3	(4,1)	(0,7)	Nachts bis 9 Uhr Vorm. Regen.
21. IV.	(9,3)	4,5	(4,8)	(0,5)	Thau.
22. IV.	(15,2)	3,7	(11,5)		Nachm. 6 Stunden Regen.
23. IV.	(15,5)	4,7	(10,8)	(5,1)	Nachm. mit Graupeln unterm Re- gen mit Unterbrechung.
24. IV.	(12,7)	2,7	(10,0)	(3,2)	Thau, von 5 Uhr Nachm. an Regen.
25. IV.	(18,9)	7,8	(11,1)	(2,9)	Den ganzen Tag Regen m. Unterbr.
26. IV.	(12,7)	4,8	(7,9)	(1,7)	Thau, 8 Uhr Abends feiner Regen.
27. IV.	(13,6)	0,5	(13,1)	(1,7)	Thau, Nebel, Nachm. 2 St. Regen.
28. IV.	(17,3)	0,0	(17,3)	(1,2)	Thau, Nebel, 8½ U. Abds. Regen.
29. IV.	(14,9)	5,4	(9,5)	(0,1)	Thau, Nachm. Regen m. Unterbr.
30. IV.	(16,8)	2,1	(14,7)	(5,0)	Thau, Nebel.

Datum.	Beobacht. Max.	Beobacht. Min.	Grösste Tages- schwankung.	Niederschlags- menge in cm, beobacht. um 7 Uhr Vorm.	Schnee, Regen, Nebel, Reif und Thau.
1. V.	(18,3)	3,5	(14,8)	(0,1)	Vorm. Nebel.
2. V.	(19,5)	5,5	(14,0)		Vorm. Nebel, Thau, Abends von 9 Uhr an feiner Regen.
3. V.	(15,9)	4,5	(11,4)		Thau, Vorm. ¼ Stunde Regen.
4. V.	(19,5)	9,8	(9,7)	(1,0)	Nachts Regen. Vorm. feiner Regen.
5. V.	(22,6)	4,3	(18,3)	(0,1)	Thau.
6. V.	(17,1)	10,9	(6,2)	(1,3)	Thau und Nebel.
7. V.	(21,8)	5,2	(16,6)	(0,2)	Thau.
8. V.	(22,5)	7,3	(15,2)	(0,1)	Thau, Nachm. 3 St. Regen mit Unterbrechung.
9. V.	(20,6)	10,4	(10,2)	(0,2)	Thau, Nachm. 3 St. Regen mit 1 Unterbrechung.
10. V.	(24,3)	9,6	(14,7)	(0,8)	Thau.
11. V.	(24,6)	10,0	(10,6)	(10,6)	Thau.
12. V.	(27,4)	8,5	(18,9)	(0,1)	Thau.
13. V.	(25,4)	11,5	(13,9)		Geringer Thau, Nachm. 1 St. fei- ner Regen.
14. V.	(15,0)	10,0	(5,0)	(7,0)	Tagsüber Regen mit Unterbr.
15. V.	(18,2)	7,6	(10,6)	(6,3)	Thau, Nachm. Regen mit Unterbr.
16. V.	(22,6)	3,3	(19,3)	(0,1)	Thau.
17. V.	(25,3)	5,6	(19,7)		Thau.
18. V.	(23,6)	5,9	(17,7)		Thau.
19. V.	(23,7)	6,1	(17,6)		
20. V.	(26,9)	7,3	(19,6)		Thau, Vorm. Nebel, Nachm. 4½ St. starker Regen.
21. V.	(22,8)	11,5	(11,3)	(12,5)	Thau, Nebel, Nachm. 3 St. star- ker Regen, Abends 4 St. starker Gewitterregen.
22. V.	(20,3)	12,9	(7,4)	(38,8)	Nebel, Vorm. 1 St. feiner u. 2 St. starker Regen.

Am 21. Mai (nach 92 Tagen) wurde verimpft:

1) reines Sputum, welches in der Zwischenzeit eine gelbliche Farbe bekommen hatte. Das Kaninchen starb bereits am nächsten Tag. Von der Impfstelle zog bis zum Hinterbein hin infiltrirtes, entzündetes Gewebe, in welchem in der Nähe der Impfstelle noch Sputumreste zu erkennen waren. Abklatschpräparate, von verschiedenen Stellen des entzündeten Gewebes gewonnen, ergaben die Anwesenheit zahlreicher Tuberkelbacillen.

Am 23. V. wurde ein anderes Kaninchen in der gleichen Weise geimpft. Auch dieses starb bereits am nächsten Tag und bot denselben Befund.

2) Mistjauchesputum wurde am 21. und 23. V. auf je 1 Kaninchen verimpft. Der Erfolg war genau wie beim reinen Sputum.

3) Thonsputum. Dasselbe war ziemlich trocken geworden, wurde mit sterilem Wasser auf die Hälfte verdünnt und verrieben. Von dem Gemenge wurde einem Kaninchen am 21. V. 0,2 und am 27. V. weitere 0,3 ccm injicirt. Das Thier starb vom 20./21. VII. 1890 (60 Tage nach der 1. Impfung). Es fanden sich nur an der Impfstelle 3 kleine, ganz flache Abscesse, in welchen Tuberkelbacillen nicht mit Sicherheit nachgewiesen werden konnten. In den inneren Organen war keine tuberkulöse Veränderung zu finden.

Am 2. August 1890 (nach 165 Tagen) wurde ein weiteres Kaninchen mit Thonsputum geimpft; das Röhrchen enthielt noch  $1\frac{1}{2}$  ccm fast trockenes Thonsputum, ferner das am 21. V. wieder eingegossene Thonsputumwasser (2 ccm) und ein wenig ganz trockenen Wandbelag nahe dem oberen Ende des Röhrchens. Der ganze Inhalt wurde in einer Porcellanschale mit ungefähr 10 ccm sterilem Wasser verrieben und dann 0,2 ccm davon verimpft.

Das Kaninchen wurde am 4. Dec. 1891 (nach 1 Jahr und 4 Monaten) getödtet. Als einzige tuberkelbacillenartige Veränderung fand sich an der Impfstelle ein ungefähr bohnen-grosser, mit 3 mm dicken, röthlich gefärbten Wandungen versehener Abscess, welcher grauweissen, zähen Eiter mit gut färbbaren Tuberkelbacillen in mässiger Anzahl enthielt. Die inneren Organe waren völlig normal.

Dieser kleine Abscess wurde am 4. XII. 1891 in mehrere Stückchen zerschnitten und diese sämmtlich mittelst einer sterilen Platinoese einem Meerschweinchen in eine seitlich ange-

legte Hauttasche gebracht. Die Wunde wurde zugenäht und mit Celloidinwatte zugeklebt; sie heilte rasch ganz zu. Das Thier blieb gesund und munter und bekam mehrmals gesunde Junge. — Am 16. VIII. 1892 wurde es von einem Hund getödtet. Bei der Section war an der Impfstelle keine Veränderung zu bemerken. Milz und Lunge enthielten einige graue Knötchen, welche aber von Entozoen verursacht waren und keine Tuberkelbacillen enthielten. Auch die übrigen Organe waren normal.

Während also die mit Sputum und Mistjauchesputum geimpften Controllthiere rasch starben, somit über die Virulenz der darin enthaltenen Tuberkelbacillen einen Schluss nicht zuliessen, waren die im Thonsputum enthaltenen Tuberkelbacillen abgestorben.

#### IV. An der Erdoberfläche angestellte Versuche.

Am 12. März wurde sehr bacillenreiches Sputum eines anderen Kranken

1) mit sterilisirtem Mist,

2) mit sterilisirtem Thonpulver,

3) mit nicht sterilisirter, der Versuchsstelle entnommener, lockerer Ackererde zu gleichen Theilen vermischt und dann in exponirter Lage 1—3 cm unter der Erdoberfläche, mit einer unvollständig abschliessenden Glasglocke überdeckt, den Witterungseinflüssen ausgesetzt. Der Standort war nur gegen Westen vor Bestrahlung geschützt.

Die vom 12. III. bis zum 22. V. herrschenden Temperaturverhältnisse sind auf der Tabelle auf S. 24 und 25 verzeichnet, jedoch müssen hier die Tagesschwankungen und Maxima etwas niedriger genommen werden. Vom 22.—31. V. betrug die mittlere Tagesschwankung 10,9, die höchste 17,9, die niedrigste 7,7, das höchste Tagesmaximum 24,6, das nie-

drigste Minimum 3,8. Nur in den letzten 2 Tagen des Monats fiel etwas Regen, sonst war nur früh geringer Nebel oder Thau zu verzeichnen. Vom 1.—18. VI. betrug die mittlere Tagesschwankung 12,5, die niedrigste 5,5, die höchste 20,8, das höchste Tagesmaximum 26,9, das niedrigste Minimum 0,7; es fiel mässig viel Regen.

Am 18. VI. (nach 98 Tagen) wurden folgende Verimpfungen vorgenommen:

1) Dem feuchtgebliebenen Mistsputum, welches noch zahlreiche Tuberkelbacillen enthielt, wurden mit steriler Platinöse 0,125 ccm entnommen und mit 5 ccm sterilem Wasser verrieben; 0,25 ccm dieser Verdünnung wurden zur Impfung verwendet. Das Kaninchen starb am 8. VII. 1890 (nach 21 Tagen). An der Impfstelle lag ein Abscess von  $1\frac{1}{2}$  cm Durchmesser; die benachbarten Lymphdrüsen waren geschwellt; die inneren Organe enthielten keine Tuberkelbacillen, der Abscesseiter ziemlich viele, meist einzeln liegende Tuberkelbacillen.

Wenn man bedenkt, dass, da Sputum und Mist zu gleichen Theilen vermengt waren, nur 0,0063 ccm Sputum verimpft worden war, so kann man, namentlich da das Thier nur noch 3 Wochen nach der Impfung gelebt hat, annehmen, dass die Tuberkelbacillen noch lebensfähig waren und sich vermehrt haben.

2) Von dem gleichfalls noch feuchten Erdesputum, welches noch einzelne, aber deutlich gefärbte Tuberkelbacillen enthielt, wurde annähernd die gleiche Menge zur Impfung verwendet, wie bei 1). Das Kaninchen starb am 6. VII. (nach 18 Tagen). An der Impfstelle lag ein Abscess von  $1\frac{1}{2}$  cm Durchmesser; die benachbarten Lymphdrüsen waren geschwollen, die inneren Organe normal. Im Abscesseiter fanden sich stellenweise sehr viele, meist in Haufen, entweder neben-

oder gekreuzt über- und durcheinander liegende Tuberkelbacillen; diese Stellen trugen das Gepräge „tuberkulösen Eiters.“

Die im Erdesputum enthaltenen Bacillen waren also virulent geblieben.

3) Auch von dem gleichfalls noch feuchten, ziemlich viele Tuberkelbacillen enthaltenden Thonsputum wurde annähernd gleichviel verimpft. Das Kaninchen starb am 30. VI. 1890 (nach 12 Tagen). Bei der Section fand sich an der Impfstelle kein Abscess, sondern ein schwach infiltrirter, ca. 2 mm breiter Gefässstrang, welcher ca. 3 cm lang war und nach dem Rücken hinzog. Das Thier starb an Enteritis; die inneren Organe enthielten keine Tuberkelbacillen. Da der Tod schon nach 12 Tagen erfolgt war, ist dieser Versuch als unentschieden zu betrachten.

## V. In der Erde angestellte Versuche.

In freier, nur gegen Westen geschützter Lage wurden dicht nebeneinander 2 viereckige Löcher von ungefähr 1 Quadratfuss Seite gegraben, das eine 10 cm tief, das andere 50 cm tief.

Am Grunde derselben wurden mit Meisel und Hammer schwach abwärts gerichtete Löcher in das gewachsene Erdreich eingeschlagen, welche ebenso lang und breit waren, dass sie ein Röhrchen bis zum Halse aufnehmen konnten. Die Röhrchen wurden, um den Zutritt der Bodenluft möglichst wenig zu behindern, mittelst Wappropfes verschlossen; um eine Verunreinigung ihres Inhalts, durch Hereinfallen von Erde u. s. w., möglichst auszuschliessen, wurden die aus den Löchern herausschauenden Köpfchen der Röhrchen mit Glasscherben überwölbt. Zugleich wurde dadurch der Zutritt der durch die aufgeschüttete Erde eintretenden atmosphärischen Luft erschwert.

### A. Versuche in 10 cm Tiefe.

Am 28. Januar 1890 wurden in der oben beschriebenen Weise 10 cm tief in den Boden gebracht;

- 1) 2 ca. 5 ccm tuberkulöses Sputum haltende Röhrechen.
- 2) 1 ca. 2 ccm tuberkulöses Sputum enthaltendes Röhrechen; das Sputum hatte einige Stunden auf einem Filter gelegen und war hierdurch concentrirter geworden.
- 3) 1 Röhrechen mit 3 ccm tuberkulösem Sputum, das mit 5 ccm frisch geholter, nicht sterilisirter, feuchter Gartenerde vermischt worden war.

Die für diese Tiefe geltenden Temperaturschwankungen werden durchschnittlich um einige Grade weniger betragen, als die auf S. 24—26 verzeichneten; das Maximum wird weniger hoch, das Minimum weniger tief gewesen sein. Wegen der vom 23. V. an herrschenden Verhältnisse, vergl. S. 29 unter denselben Cautelen.

Am 18. VI. (nach 140 Tagen) wurden:

1) 0,3 ccm Sputum aus einem Röhrechen, in welchem die eingefüllten 5 ccm Sputum sich nicht vermehrt, aber eine grüne Farbe angenommen hatten, und in welchem ausser grossen Mengen blau sich färbender Stäbchen noch zahlreiche Tuberkelbacillen vorhanden waren, auf die gewöhnliche Weise subcutan verimpft. Das Kaninchen starb am 2. VII. 1890 (nach 14 Tagen) an eitriger Pleuritis und Pericarditis. Die inneren Organe enthielten keine Tuberkelbacillen, An der Impfstelle fand sich ein Abscess von 1 $\frac{1}{2}$  cm Durchmesser und 3 mm Höhe, in welchem keine Tuberkelbacillen gefunden werden konnten.

Am 9. VII. (nach 161 Tagen) wurde mit der gleichen Menge desselben Materiales ein anderes Kaninchen geimpft, welches am 18. VIII. (nach 40 Tagen) gleichfalls an eitriger, rechtseitiger Pleuritis und Pericarditis starb. Die inneren

Organe enthielten ebenfalls keine Tuberkelbacillen. An der Impfstelle lagen im Unterhautgewebe in einem Umkreis von  $1\frac{1}{2}$  cm eine Anzahl dicht nebeneinanderstehender, meist stecknadelkopfgrosser Abscesse. Die benachbarten Leisten-drüsen waren geschwollen. Der Abscesseiter enthielt Tuberkelbacillen in sehr ungleichmässiger Vertheilung. Einige Deckglaspräparate enthielten keine Tuberkelbacillen, andere hingegen Massen.

Die Tuberkelbacillen waren also im Sputum noch nach 161 Tagen lebend und vermehrungsfähig.

Am 20. VI. (nach 143 Tagen) wurden ferner:

2) mit dem verdichteten Sputum, welches noch zahlreiche Tuberkelbacillen enthielt, ein drittes Kaninchen geimpft, das jedoch schon nach  $3\frac{1}{2}$  Tagen starb. An der Impfstelle fand sich ein grosser, schwachwandiger Abscess, der schmierigen, graugelblichen Eiter führte, in dem keine Tuberkelbacillen aufzufinden waren, was bei der grossen Menge des Eiters und der kurzen Lebensdauer des Thieres leicht erklärlich ist. Die inneren Organe waren normal. Die Leisten-drüsen der Impfseite waren etwas vergrössert.

3) Das Erdesputum war in eine faulige, schmierige, schmutziggelblichgraue Masse verwandelt, in der sich einige Tausendfüsser befanden. Durch den vermoderten Wattepfropf waren ca. 1 ccm der Umgebung entstammende Erde und ca. 2 ccm Wasser eingeflossen. Das faulig gewordene Erdesputum wurde mit der gleichen Menge sterilen Wassers verrieben und 0,25 ccm von dieser Verdünnung verimpft. Das Kaninchen starb am 7. VII. 1890 (nach 16 Tagen). An der Impfstelle lag ein  $3\frac{1}{2}$  cm Durchmesser haltender Abscess; die inneren Organe enthielten keine Tuberkelbacillen und auch die vom Abscesseiter angefertigten Deckglaspräparate ergaben ein negatives Resultat. Erst als verschiedene Theile des in Alkohol gehärteten Abscesses mittelst Schnittpräparaten unter-

sucht wurden, fanden sich in den mittleren, dichteren Partien auf einzelnen Schnitten theils einzeln liegende, theils in Häufchen gruppirte Tuberkelbacillen; die letzteren strahlten vom Mittelpunkt radiär nach aussen; es ist wahrscheinlicher, dass diese Häufchen durch in Vermehrung begriffene Bacillen entstanden sind, als dass injicirte Bacillen diese Anordnung bewahrt oder durch anderweitige (mechanische) Einflüsse im Eiter erlangt hätten. Die Formen waren meist etwas klein, aber sehr deutlich gefärbt und scharf begrenzt.

#### B. Versuche in 50 cm Tiefe.

Am 31. I. wurden auf die oben beschriebene Weise 50 cm tief in die Erde gebracht:

- 1) 4 Röhren mit je 5 ccm tuberkulösen Sputums.
- 2) 4 Röhren mit je 6 ccm mit Gartenerde vermischten Sputums.

Zur Messung der in dieser Tiefe während der Dauer des Versuchs herrschenden Temperaturen dient ein langer Thermometer, dessen Scala erst in einer Höhe von über 50 cm begann und von  $-20^{\circ}$  bis  $+20^{\circ}$  C. reichte. Er war in ein hölzernes Gebäus eingeschlossen und — ausser an den beiden Enden — in diesem dicht mit Watte umgeben, so dass eine Beeinflussung durch Lufttemperaturen ausgeschlossen war. Am unteren Ende fehlte die Holzwand auf einer Seite, auf den anderen waren Löcher in sie eingebohrt.

Die nach Uffelmann<sup>1)</sup> etwa 3 Stunden nach Sonnenaufgang in dieser Tiefe eintretenden Temperaturminima wurden täglich ungefähr zu dieser Zeit abgelesen und auch Nachmittags öfter controllirt.

An den beiden ersten Tagen war das Loch noch offen geblieben, die Temperatur überstieg Mittags nicht  $-1^{\circ}$  C.;

---

1) Uffelmann, Handbuch der Hygiene. S. 142.

am 2. II. Nachmittags wurde das Loch zugefüllt. Die beobachteten Temperaturschwankungen waren sehr gering. Es herrschten folgende Minima: vom 3.—7. II.  $0,5-0,75^{\circ}$  C.; vom 7.—10. II.  $1^{\circ}$  C.; vom 11. II.—1. III.  $0,75^{\circ}$  C.; vom 2.—4. III.  $0,25^{\circ}$  C. Vom 4. III. Nachmittags bis zum 6. III.  $0,0$ ; am 5. III.  $-0,25^{\circ}$  C.; vom 7.—10. III.  $0,5$ ; vom 10.—19. III.  $0,75^{\circ}$  C.; vom 20. III. ab allmählich höhere Temperaturen: bis zum 31. III. 3, 4, 5, 6, 7,  $8\frac{1}{2}^{\circ}$  C.; vom 1.—12. IV.  $7^{\circ}$  C.; vom 13.—17. IV.  $6\frac{1}{2}^{\circ}$  C.; vom 18. III. an wieder allmähliche Zunahme bis zum 9. V. 7, 8,  $8\frac{1}{2}$ , 9,  $8\frac{1}{2}$ , 10, 11,  $12^{\circ}$  C.; bis zum 8. VII. fand dann unter geringen Schwankungen ein langsames Vordringen bis zu  $15^{\circ}$  C. statt.

An den beiden ersten Tagen waren die Röhrechen also geringer, nicht zum Aufthauen führender Kälte ausgesetzt, in den anderen 156 Tagen hielt sie sich im Anfang (bis zum 20. III.) auf wenig über  $0^{\circ}$  C., nur einmal (am 5. III.) durch  $-0,25^{\circ}$  C. unterbrochen, und stieg dann ganz allmählich an bis zu  $15^{\circ}$  C.

Am 8. VII. (nach 158 Tagen) wurden folgende Impfversuche angestellt:

1) Ein Röhrechen mit tuberkulösem Sputum hatte sich in der Zwischenzeit so verändert, dass über  $1\frac{1}{2}$  ccm Bodensatz 4 ccm graugrünliche Flüssigkeit standen; beides wurde verrieben und dann  $0,2$  ccm davon verimpft. Das Kaninchen starb am 20./21. VII. (nach 12 Tagen). Die inneren Organe enthielten keine Tuberkelbacillen. An der Impfstelle lagen im subcutanen Gewebe 3 kleine Abscesse, in deren Eiter keine Tuberkelbacillen zu finden waren.

2) In einem anderen Sputumröhrechen standen am 8. VII. über 2 ccm Bodensatz 5—6 ccm wässrigklare, süßlich riechende Flüssigkeit. Beides wurde verrieben und dann  $0,3$  ccm davon verimpft. Das Kaninchen starb am 20./21. VII. 1890 (nach 12 Tagen), Auf der geimpften Seite fanden sich

2 grosse, lange Abscesse, von denen der eine an seiner Innenseite mit einem Stück der erheblich vergrösserten Milz und mit einem Stück Darmwand lose verwachsen war. Die Leistendrüsen der Impfseite waren etwas geschwollen. Die inneren Organe waren frei von Tuberkelbacillen. Im Abscess-eiter fanden sich auf Deckglaspräparaten keine Tuberkelbacillen, erst nach Anfertigung einer Anzahl von Schnittpräparaten aus verschiedenen Theilen des Abscesses gelang es, in einem derselben einzelne Tuberkelbacillen nachzuweisen; indessen waren dieselben auch hier sehr zerstreut und muss die Frage nach ihrer Lebensfähigkeit bezw. Virulenz unbeantwortet bleiben.

3) In dem einen der Erdesputum enthaltenden Röhrenchen war der Watteverschluss abgemodert, etwas Erde aus der Umgebung hereingerollt, das Erdesputum selbst ganz trocken geworden. Es wurde mit ungefähr der doppelten Menge Wasser verrieben und von diesem Gemisch 0,2 ccm verimpft. Das Kaninchen blieb wohl und munter und wurde am 10. Februar 1892 (nach 1 Jahr und 7 Monaten) getödtet. Weder an der Impfstelle, noch in inneren Organen konnten etwas Tuberkuloseverdächtiges oder Tuberkelbacillen nachgewiesen werden.

4) Ein anderes Erdesputumröhrenchen enthielt über 4 ccm feuchtes Erdesputum und über demselben noch  $\frac{1}{2}$  ccm schmutziggraue, wässrige Flüssigkeit. Diese  $4\frac{1}{2}$  ccm wurden mit  $2\frac{1}{2}$  ccm sterilen Wassers verrieben und 0,3 ccm davon verimpft. Das Kaninchen starb am 20./21. VII. 1890 (nach 12 Tagen). An der Impfstelle fanden sich: ein grösserer und ein kleinerer Abscess. Die Leistendrüsen der Impfseite waren vergrössert. Beide Abscesse enthielten zerstreut liegende Tuberkelbacillen, die inneren Organe keine. Die Frage, ob diese Tuberkelbacillen lebensfähig seien, blieb also unentschieden.

Hiernach sind die in relativ trockener Erde enthaltenen Tuberkelbacillen und wahrscheinlich auch die in dem Sputum enthaltenen nach 158 Tagen zu Grunde gegangen gewesen, während man über die Virulenz der in der feuchten Erde aufbewahrten im Zweifel sein kann.

## VI. Im Keller angestellter Versuch.

Im Keller des hygienischen Instituts wurden bei einer Temperatur, die ganz allmählich von  $+ 6^{\circ}$  auf  $+ 14^{\circ}$  C. anstieg, vom 12. II. bis zum 6. VI. 1890 3 ccm tuberkulöses Sputum aufgehoben, die in einem Röhrchen mit ca. 5 ccm Bouillon vermenget waren.

Am 6. VI. (nach 113 Tagen) war die Bouillon leicht getrübt und enthielt ausser Tuberkelbacillen noch zahlreiche andere Bacillen. Die Sputumtheile wurden mit der Bouillon gut verrührt und 0,25 ccm des Gemisches zur Impfung verwendet. Das Kaninchen starb am 18. VII. 1890 (nach 42 Tagen). An der Impfstelle lag ein 8,7 cm langer, 2—7,5 cm breiter und 1,2—1,7 cm hoher Abscess, der von einigen, gleichfalls Eiter enthaltenden Knötchen umgeben war. Die Leistendrüsen der Impfseite waren geschwollen. In den Lungen waren, namentlich in den Unterlappen, zerstreute graue kleine Knötchen sichtbar, welche Tuberkelbacillen enthielten. Im Abscesseiter wurden sehr viele, zum Theil in Häufchen beisammen liegende Tuberkelbacillen nachgewiesen.

Noch nach über  $3\frac{1}{2}$  Monaten enthielt also dieses in Bouillon im Keller aufgehobene Sputum infectionstüchtige Tuberkelbacillen. Wenn man auch dieses an leicht alkalisch gemachter Bouillon gewonnene Resultat nicht ohne Weiteres auf Milch, Butter und andere Lebensmittel übertragen darf, so zeigt dieser Versuch doch,

wie vorsichtig man auch mit im Keller längere Zeit aufbewahrten Lebensmitteln umgehen muss.

## VII. Im Siel angestellte Versuche.

Bei ungefähr den gleichen Temperaturverhältnissen, wie im vorigen Versuch, wurden eine Anzahl Röhren in einem Kanal des Entwässerungssystems der Stadt Jena gehalten; die einen waren mit je 5 cm, theils sterilisirtem, theils nicht sterilisirtem Sielwasser und 2 cm tuberkulösem Sputum gefüllt, die übrigen enthielten ca. 6 cm mit Erde oder Thon vermisches Sputum.

Diese Röhren waren in ein leichtes, seitlich mehrfach durchlochstes Kistchen gebracht, welches dann etwas über 5 cm tief in das Sielwasser eintauchte. Um das Beschmutzen der Röhren, die, um eine ausgiebige Cirkulation der Sielluft und der in den Röhren befindlichen Luft herbeizuführen, auch in diesem Versuch nur mit steriler Watte verschlossen waren, möglichst zu verhindern, wurde über das Kistchen eine doppelte Lage Pergamentpapier gebunden und ein engmaschiges Drahtnetz darüber gestülpt und mit Draht festgebunden. Das Kistchen wurde im Siel so befestigt, dass es sich mit dem Wasserstand hob und senkte.

Am 8. II. 1890 begannen die Versuche. Monatlich 1 mal wurde das Siel gespült. Im Anfang wurde dabei das Kästchen herausgeholt und revidirt. Zum ersten Mal geschah dies am 13. III. Einige Sputum-Röhren fluorescirten grünlich, 2 andere waren gelblichbraun verfärbt, wieder andere hellgrau geblieben; die festeren, zähen Bestandtheile des Sputum hatten sich zusammengelallt und waren zu Boden gesunken. Am 31. III. wurde wieder nachgesehen, ferner am 14. April (Spültag). Die ferneren Spülungen waren jedoch ohne mein

Vorwissen vorgenommen (Mitte Mai, Mitte Juni, Mitte Juli) und das Kästchen nicht vorher herausgenommen worden.

Am 27. VII. wurde die Versuchsreihe beendet: die Röhren waren ganz voll Sielwasser gelaufen; ihre Mündung war trotzdem meist noch durch den Wattepfropf verschlossen, so dass etwa im Sielwasser befindliches Sputum nicht hereingeflossen sein konnte. Die grauen Sputumflöckchen waren im Sielwasser noch deutlich zu unterscheiden. Letzteres wurde bis auf einen Rest von ca. 2 ccm ausgegossen, letzterer, nebst den Sputumflöckchen bezw. Erdesputum in ein Porzellanschälchen gegossen und dort mit Porzellanpistill fein verrieben und sodann als Impfmateriale verwendet. Dasselbe enthielt noch zahlreiche Tuberkelbacillen.

Am 27. VII. (nach 168 Tagen) wurden folgende Verimpfungsversuche angestellt:

1) Von Anfang an in nicht sterilisirtem Sielwasser befindliches Sputum, welches nicht fluorescirte; 0,2 ccm des, wie oben beschrieben, verrührten Bodensatzes wurden verimpft. Das Kaninchen starb am 17. XII. 1890 (nach  $4\frac{1}{2}$  Monat). An der Impfstelle fand sich ein Abscess von  $2\frac{1}{2}$  cm Durchmesser und 3 mm Höhe; auf jedem der von dessen Eiter gewonnenen Deckglaspräparate fanden sich zahlreiche Tuberkelbacillen. Die Leistendrüsen, die Axillar- und Submaxillardrüsen waren geschwollen. In den Lungen wurden ziemlich viele, stechnadelkopfgrosse, grauweisse Tuberkelknötchen angetroffen.

Dieses Sputum enthielt also noch infectiouskräftige Tuberkelbacillen.

2) Von 2 weiteren Sielsputum-Röhren mit grünlich fluorescirendem Inhalt, von denen das eine durch hereingelaufenen Sielschmutz verunreinigt war, wurde gleichfalls das hineingelaufene Wasser bis auf den den Sputumrest enthaltenden Theil abgegossen, beide Reste miteinander vermengt und

0,3 ccm der so gewonnenen, Tuberkelbacillen enthaltenden Flüssigkeit verimpft. Das Kaninchen starb am 15. VIII. 1890 (nach 19 Tagen). An der Impfstelle fand sich ein 4,7 : 2,3 : 1,2 cm grosser Abscess mit mässig starker Wand, sein Eiter enthielt keine Tuberkelbacillen. Die inneren Organe waren frei von Tuberkulose. Bei der kurzen Zeit, welche zwischen Impfung und Tod des Thieres verflossen war und bei der relativen Grösse des gebildeten Abscesses kann hieraus nichts geschlossen werden.

3) In Erde- und Thonsputumröhrchen konnten auf Deckglaspräparaten keine Tuberkelbacillen mehr nachgewiesen werden.

4 ccm Erdesputum wurden mit 6 ccm Wasser verrieben und davon  $2\frac{1}{2}$  Theilstrieche verimpft. Das Kaninchen wurde nach  $1\frac{1}{2}$  Jahren getödtet, hatte aber weder an der Injectionsstelle, noch in inneren Organen irgendwelche tuberkulöse Veränderung erlitten.

Ein mit Thonsputum geimpftes Kaninchen verunglückte bald nach der Impfung.

Durch den ersten Versuch ist also der Beweis erbracht, dass sich Tuberkelbacillen im Siedwasser über 160 Tage lang infectionstüchtig erhalten können; die im Erdesputum enthaltenen Tuberkelbacillen waren hingegen abgestorben.

Für das fernere Schicksal der aus dem Sied in den Fluss gelangten Tuberkelbacillen kommen folgende Versuchsergebnisse in Betracht. Chantemesse und Widal<sup>1)</sup> konnten im sterilisirten, mit aus Reinculturen entnommenen Tuberkelbacillen vermischten Seiwasser bei 8—12° C. nach 30 Tagen, bei 15—18° C. nach 70 Tagen noch virulente Tuberkelbacillen nachweisen, und Cadéac und Galtier haben, wie Arloing<sup>1)</sup> mittheilt, tuberkulöses Material noch nach 15tägi-

1) Erster Tuberkulose-Congress zu Paris, Juli 1888. — Ref. in der

gem Aufenthalt in fließendem Wasser, in stagnirendem sogar noch nach 120 Tagen, virulent gefunden.

### VIII. Im Stall angestellte Versuche.

Um zu untersuchen, wie lange tuberkulöses Sputum im Stall unter verschiedenen Verhältnissen sich infectionstüchtig bewahren kann, wurden am 31. I. 1890

- 1) 2 Röhrechen mit je 5 ccm tuberkulösem Sputum,
- 2) 4 Röhrechen mit nicht filtrirter, sterilisirter Mistjauche, die mit tuberkulösem Sputum zu gleichen Theilen vermengt war,
- 3) 1 Röhrechen mit 5 ccm nicht filtrirter, sterilisirter Mistjauche und 1 ccm Sputum,
- 4) 1 Röhrechen mit 5 ccm nicht filtrirter, sterilisirter Mistjauche und  $\frac{1}{2}$  ccm Sputum,
- 5) 3 Röhrechen, welche mit nicht sterilisirter Gartenerde vermishtes Sputum enthielten;

sowie ferner am 12. II. 1890:

- 6) 2 Röhrechen, welche mit sterilisirtem Mist vermengtes Sputum und
- 7) 2 Röhrechen, welche mit sterilisirtem Koth vermengtes Sputum enthielten,

in ein Drahtkörbchen gebracht, dessen offenes Ende mit Pergamentpapier überbunden wurde, um die Watte möglichst gegen Schmutz und Feuchtigkeit zu schützen. Dieses Körbchen wurde sodann mitten in den ungefähr 20 cm hohen Mist eines Kaninchenstalles in schräger Richtung (ca. 45°) eingegraben. Neben den Röhrechen stak ein Thermometer, dessen Scalende etwas aus dem Mist hervorragte, sodass er also

zum Zweck der Temperaturmessung nur wenig hervorgezogen zu werden brauchte. Watteverschluss und Pergamenthülle wurden nach Verlauf einiger Wochen immer wieder erneuert.

Die Temperatur betrug anfangs  $+ 13^{\circ}$  bis  $+ 16^{\circ}$  C.; später stieg sie bis zu  $+ 19^{\circ}$  C.; die Schwankungen waren sehr gering.

Am 29. V., also nach ungefähr 4 Monaten (nach 118 Tagen), wurden folgende Impfversuche angestellt:

1)  $2\frac{1}{2}$  Theilstriche eines Sputums, das in der Zwischenzeit einen eigenthümlichen scharfen Geruch und eine gelblich-braune Farbe bekommen hatte. Das Kaninchen starb am 9. VI. 1890 (nach 11 Tagen) und hatte an der Impfstelle einen grossen Abscess bekommen, in dessen Eiter keine Tuberkelbacillen aufzufinden waren, was bei der Kürze der seit der Impfung verflossenen Zeit und der Menge des durch andere Weise bedingten Eiters nicht verwunderlich ist.

2) Versuche mit Mistjauche-Sputum:

a) Zu gleichen Theilen mit sterilisirtem Wasser vermishtes Mistjauchesputum wurde gut verrieben und davon  $2\frac{1}{2}$  Theilstriche verimpft. Das Kaninchen starb am 22. VI. 1890 (nach 24 Tagen). An der Impfstelle waren keinerlei Veränderungen eingetreten; in den inneren Organen fanden sich keine Tuberkelbacillen.

b) Im Verhältniss von 5 : 1 vermishtes Mistjauchesputum wurde ebenso behandelt, und 3 Theilstriche davon verimpft. Das Kaninchen starb am 20./21. VII. 1890 (nach 52 Tagen). Die der Impfstelle benachbarten Lymphdrüsen waren geschwellt und durch stärker gefüllte Lymphbahnen verbunden, welchen einzelne Abscesschen aufsassen. Namentlich die rechte Lunge war durch Entozoen erkrankt, die inneren Organe und die Abscesschen enthielten jedoch keine Tuberkelbacillen.

c) Im Verhältniss von 10 : 1 vermishtes Mistjauchesputum wurde in gleicher Weise verrieben und dann 3 Theil-

5) Mit Kothsputum wurden 2 Thiere geimpft:

a) Das zuerst verwendete Kothsputum war ganz trocken geworden;  $\frac{1}{2}$  ccm davon wurde mit Platinoese entnommen und mit 2 ccm Wasser verrieben; 0,3 ccm dieser Verdünnung wurden verimpft. Das Kaninchen starb am 24. VI. 1890 (nach 26 Tagen). Nirgends konnte eine tuberkulöse Veränderung, nirgends konnten Tuberkelbacillen aufgefunden werden.

b) Ueber dem anderen Kothsputum stand am 13. VI. ungefähr  $\frac{1}{4}$  ccm schmutziggelblichbraune Flüssigkeit.  $\frac{1}{4}$  ccm des Kothsputums wurde mit 3 ccm Wasser verrieben und ungefähr 0,2 ccm davon verimpft. Das Kaninchen starb am 27. VI. 1890 (nach 29 Tagen). An der Impfstelle fand sich ein 2,5 : 2,0 : 0,8 cm grosser Abscess, der von einer Anzahl grauer Knötchen umgeben war. Der Abscesseiter enthielt nur wenige Tuberkelbacillen, so dass eine Vermehrung derselben fraglich bleiben muss. In den inneren Organen fanden sich keine Tuberkelbacillen.

## IX. Versuche über den Einfluss des Eintrocknens.

Ueber den Einfluss des Eintrocknens auf die Lebensfähigkeit bzw. Virulenz von Tuberkelbacillen liegen zahlreiche Untersuchungen verschiedener Forscher vor.

Was zunächst tuberkulöses Sputum anbetrifft, so fanden Schill und Fischer<sup>1)</sup>, dass dessen Virulenz mit der Zeit wesentlich abnimmt: nach 100 Tagen konnten sie nur noch bei einem Theil der Versuchsthiere Erkrankungen hervorrufen, nach 200 Tagen fanden sie es wirkungslos. — Sormani<sup>2)</sup> trocknete tuberkulöse Sputa auf schmutziger

1) Schill und Fischer, Ueber die Desinfection des Auswurfs der Phthisiker (Mitth. a. d. kais. Gesundheitsamt. Bd. II, S. 131).

2) Sormani, G., Digestione artificiale riscaldamento e coltura del bacillo tuberculare, conservazione del medesimo nell'acqua et nelle bian-

Wäsche an und fand durch Verimpfung des Wassers, in welchem dieselbe gewaschen wurde, dass nach 2—3 Monaten seine Virulenz noch vollkommen erhalten war; nach dieser Zeit schwächte sie sich rasch ab, „aber selbst nach 6 Monaten war noch nicht jede Gefahr verschwunden“. — Nach de Toma's<sup>1)</sup> Versuchen bleibt tuberkulöses Sputum, welches „rechtzeitig eingetrocknet und fern von jeder Feuchtigkeitsquelle bei einer Temperatur von ca. 25° C. gehalten wird“, 9—10 Monate lang virulent; auf erstarrtes Blutserum übertragen kann ein derartig behandeltes Sputum neuen virulenten Tuberkelbacillen den Ursprung geben. — Bei 30—35° C. büsst hingegen ein solches Sputum schon nach 2 Monaten etwas von seiner specifischen Virulenz ein; bei 50° C. verliert es dieselbe schon nach 1 Monat und bei einer Temperatur von 80—100° C. schon nach 1 Stunde. — Völsch<sup>2)</sup> tränkte Seidenfäden mit tuberkulösem, mit  $\frac{3}{4}$  0/0 Kochsalzlösung verriebenem Sputum und liess dieselben theils bei Zimmertemperatur, theils bei 30—60° C. eintrocknen. Nach 11 Tagen hatte die Zahl der ersterwähnten nicht erheblich abgenommen, die der erwärmten hingegen bedeutend. Je ein Seidenfaden wurde einem Kaninchen unter die Haut gebracht. Nach 9 bzw. 14 Tagen hatten sich nur lokale Abscesse gebildet, in deren Eiter keine Tuberkelbacillen zu finden waren; das Gleiche war jedoch bei zwei mit  $\frac{3}{4}$  einer Koch'schen Spritze vom Ausgangsmaterial geimpften Thieren der Fall; bei anders behandeltem Material (s. u.) wurde jedoch

---

cheri (Ricerche d'igiene sperimentale. — Annali di Medicina de 1884, Vol. 269. — Ref. in Revue d'hygienc. 1885. Vol. VII, p. 432).

1) De Toma, P., Sulla virulenza dello sputo tuberculolare. Nota preventiva (Annali universali di med. e chir. Luglio. 1886. — Ref. in Baumgarten's Jahresber. f. 1886).

2) Völsch, M., Beitrag zur Frage nach der Tenacität der Tuberkelbacillen. (Inaug. Diss. Königsberg i. P. 1887. S. 38 ff.)

Tuberkuloseentwicklung beobachtet, so dass das bei Austrocknung in dieser kurzen Zeit erzielte negative Resultat auf unwirksame Sputumtheile oder auf Lichtwirkung zurückzuführen sein dürfte. — Nach Piétri<sup>1)</sup> kann ein gut ausgetrocknetes Sputum 9—10 Monate lang infectiös bleiben, wenn es bei einer mittleren Temperatur von 25° aufbewahrt wird. — Sawitzky<sup>2)</sup> fand, dass frisch gewonnenes, bei gewöhnlichen Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnissen an der Luft getrocknetes, tuberkulöses Sputum seine spezifische Virulenz nur 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Monate lang bewahrte. Der Einfluss des Lichtes sei dabei gleichgültig (!). Stone<sup>3)</sup> theilte neuerdings sogar mit, dass eine Reihe an der Luft eingetrockneter Sputa, welche über 3 Jahre lang unangerührt stehen geblieben waren, nach Ablauf dieser Zeit nicht nur sich noch specifisch färben liessen, sondern auch ihre Virulenz nicht verloren hatten; dieselbe war zwar nach dem Ergebniss seiner Kaninchenversuche etwas verringert, aber durchaus nicht erloschen.

Was Organstückchen betrifft, so fanden Porrot und Martin<sup>4)</sup> an eingetrockneten und pulverisirten Tuberkeln, welche sie 18 Monate lang in Glastuben aufgehoben hatten, dass nach Ablauf dieser Zeit deren Ueberimpfung auf Meerschweinchen (intraperitoneal vorgenommen) ohne Er-

---

1) Die Angabe findet sich bei Cadéac und Mallet (s. u.).

2) Sawitzky, W. D., Wie lange bleibt das Sputum der Phthisiker infectiös? (Wratsch 1890. S. 734.)

3) Stone, A. K. in Boston (Amer. Journ. of the Medic. sciences. March 1891).

4) Porrot, J. et Martin, H., Recherches expérimentales ayant pour but de transformer le tubercule vrai ou infectieux en corps étranger inerte sous l'influence de réactifs divers. (Rev. de méd. 10. Oct. 1883. p. 809, 828. — Ref. in Revue d'hygiène. 1883.)

folg blieb. — Baumgarten<sup>1)</sup> gelang es, mit schnell eingetrockneten tuberkulösen Substanzen noch nach Monaten constant typische Impftuberkulose zu erzeugen. — Völsch<sup>2)</sup> tränkte Seidenfäden mit dem Saft sorgfältig isolirter Tuberkelknötchen aus Organen eines vor 10 Wochen geimpften Kaninchens, welche er mit  $\frac{3}{4}\frac{0}{10}$  Kochsalzlösung verrieben und durch ein Tuch colirt hatte, und liess sie dann eintrocknen. Nach 9 Tagen hatte bei Zimmertemperatur der Bacillengehalt abgenommen und ein auf ein Kaninchen subcutan verimpfter Seidenfaden hatte nach 14 Tagen einen im Innern tuberkelartige, aus Epitheloidzellen bestehende, sehr wenig Tuberkelbacillen enthaltende Gebilde führenden Abscess erzeugt. — Im Wärmeschrank waren nach derselben Zeit keine Tuberkelbacillen mehr nachzuweisen. Im Impfthier hatte sich dann nach 13 Tagen an der Impfstelle ein Abscess gebildet, in welchem nur um den Faden herum Tuberkelbacillen zu finden waren. — Ferner trocknete er gleiches Material auf Glasplatten an<sup>3)</sup>. Nach 6 Tagen war der Bacillengehalt nicht wesentlich verändert, einige waren jedoch auffallend schwach gefärbt. Bei Zimmertemperatur, wie bei 30 — 60° C. aufbewahrtes Material wurde verimpft und erzeugte Impftuberkulose. — Cadéac und Mallet<sup>4)</sup> trockneten Lungenstückchen einer Kuh nach völliger Austrocknung in freier Luft auf Josephspapier an, zermahlten sie dann auf einer Pfeffermühle und verimpften oder

---

1) Baumgarten, Ueber die Uebertragbarkeit der Tuberkulose durch die Nahrung und über Abschwächung der pathogenen Wirkung der Tuberkelbacillen durch Fäulniss. (Obl. f. klin. Med. 1884. No. 2, S. 28, Anm. 9.)

2) A. a. O., S. 20 — 24.

3) A. a. O., S. 48 u. 49.

4) Cadéac et Mallet, Recherches expérimentales sur la virulence des matières tuberculeuses desséchées, putréfiées ou congelées (Lyon méd. du 17. mai 1888. p. 229. — Ref. in Revue d'hygiène 1888).

verfütterten das Pulver, welches in einer verkorkten Flasche aufbewahrt worden war, nach verschiedener Zeit. Sie fanden, dass sich dessen Virulenz sehr oft nicht länger als 14 Tage hält, konnten aber auch noch nach 102 Tagen bei ihren Impftieren die Krankheit hervorrufen. — In einer zweiten Versuchsreihe wurden kleine Lungenstückchen einer tuberkulösen Kuh etwas faulen gelassen und erst dann an einem offenen Fenster getrocknet. Bei den kleinsten Stückchen hielt sich die Virulenz (nach Kaninchenexperimenten) 150 Tage lang, bei den grösseren, „bei denen der Zutritt des Sauerstoffs zum Virus schwieriger war“, etwas länger. — Da die Tuberkelbacillen gute Aëroben sind, so ist nicht einzusehen, warum der von Cadéac und Mallet angegebene Grund der richtige sein soll; wegen leichteren Sauerstoffzutritts müssten gerade die kleineren Stückchen ihre Virulenz länger bewahren. Es ist vielmehr nur die verschiedene Grösse, welche das Austrocknen erleichtert bzw. erschwert: Die grossen tuberkulösen Knoten bieten der austrocknenden Luft bei gleichem Gewicht eine kleinere angreifbare Oberfläche, als die kleinen. — Galtier<sup>1)</sup> setzte ferner austrocknete Organstückchen Temperaturen aus, welche niedriger waren als 30° C. Er constatirte nach 15, 30 und 38 Tagen ihre Virulenz.

Mit Reinculturen experimentirten Voelsch<sup>2)</sup> und Maffucci<sup>3)</sup>. Ersterer vermischte solches Material mit  $\frac{3}{4}$  % Kochsalzlösung und trocknete es an Seidenfäden an. Bei Zimmertemperatur fand er nach 10 Tagen einen noch

1) Galtier, Dangers des matières tuberculeuses, qui ont subi le chauffage, la dessiccation, le contact de l'eau, la salaison, la congélation, la putréfaction (Comtes rendus de l'acad. d. sc. Paris. Vol. 105. 1887).

2) A. a. O. S. 29, 30, 33.

3) Maffucci, A., Die Hühnertuberkulose (Zeitschr. f. Hyg. Bd. XI. 1892. S. 467.

ziemlich reichlichen Gehalt an Tuberkelbacillen; ihre Zahl hatte jedenfalls nicht erheblich abgenommen. Bei Aufbewahrung zwischen 30 bis 60° C. waren hingegen nach 10 Tagen keine Tuberkelbacillen mehr zu finden. Das hiemit geimpfte Kaninchen wurde nach 17 Tagen getödtet; im Abscesseiter fanden sich keine, in der Abscesswand in von derben Bindegewebszügen umgebenem Granulationsgewebe eine vereinzelte Gruppe von Bacillen. (Ausserdem litt das Thier an einer vermuthlich vom Darm ausgegangenen Tuberkulose des Darms und der Lungen.) Das mit bei Zimmertemperatur gehaltenem Material geimpfte Kaninchen wurde gleichfalls nach 17 Tagen getödtet. An der Impfstelle war der noch Tuberkelbacillen enthaltende Faden in dickem, käsigem, wenige Tuberkelbacillen enthaltendem Eiter eingeschlossen; ringsum befanden sich zahlreiche kleine Tuberkelknötchen. Die inneren Organe waren gesund.

Maffucci tränkte sterilisirte Seidenbänder mit in Bouillon aufgeschwemmten Culturen von Säugethier-Tuberkelbacillen und hielt sie unter einer Glasglocke, deren Luft mittelst gebranntem Kalk trocken gehalten wurde. Nach 14 Tagen impfte er einem Meerschweinchen 2 Bänder unter die Haut; nach einem Monat starb es an Tuberkulose. Nach einem Monat wurde ein weiteres Meerschweinchen in gleicher Weise geimpft; es starb nach 2 Monaten an Tuberkulose. Nach 2- und 3monatlicher Austrocknung starben die Thiere hingegen an Marasmus.

Den Einfluss des Eintrocknens, bezw. niedriger Temperaturen auf eingetrocknetes Sputum untersuchte ich im Jahre 1890 in folgender Weise:

### A. Versuche mit auf einem Tuch angetrocknetem Sputum.

Es schien mir von Wichtigkeit, zu untersuchen, ob sich Sputum längere Zeit virulent erhält unter Bedingungen, wie sie ungefähr geboten werden, wenn mit tuberkulösem Sputum verunreinigte Wäsche längere Zeit im sogen. frostfreien Raum liegen bleibt<sup>1)</sup>.

Zu diesem Zweck wurde am 31. Jan. 1890 reines blaues Schürzentuch, einmal zusammengelegt, mit tuberkulösem Sputum in einer ungefähr 9 qdm grossen Strecke stark getränkt und dasselbe Verfahren am nächsten Tage auf derselben Stelle wiederholt und eine dicke Schicht Sputum darauf stehen gelassen. Das Tuch wurde sodann in ein Kistchen über eine auf dessen Boden befindliche Lage Steine gebreitet; dicht über dem Tuch waren Löcher von 2—3 cm Durchmesser in die Wände des Kistchens gebohrt, so dass die Luft über das Tuch hinwegstreichen konnte. Statt des Kistendeckels wurde ein weitmaschiges Drahtgitter aufgenagelt.

Das Kistchen wurde zunächst in einem unbenutzten, frostfreien Raum auf ein hohes Gestell gebracht. Hier war das Tuch vor directem Sonnenlicht geschützt; nur diffuses Tageslicht konnte durch die seitlich angebrachten Löcher, weniger gut von oben her, eindringen, dessen Einfluss aber durch den von der vorderen Wand geworfenen Schatten abgeschwächt wurde.

Vom 18. II. 1890 ab wurde es in einem unter der Treppe des hygienischen Instituts befindlichen verschlossenen, schrank-

1) Sormani (vgl. S. 44) hat ähnliche Versuche angestellt; leider sind im Referat seine Versuchsbedingungen nicht mitgetheilt, namentlich nicht mitgetheilt, in welcher Jahreszeit S. seine Versuche angestellt hat. Das Original war mir nicht zugänglich.

artigen, völlig dunklen Raum auf einem ungefähr  $1\frac{1}{2}$  m über dem Boden befindlichen Bret aufbewahrt.

Bis zum 10. III. herrschten Temperaturen von meist wenig über  $0^{\circ}$  C., von da ab stieg die Temperatur allmählig an, betrug bis Ende April  $9^{\circ}$  C., und stieg dann allmählig bis auf  $15^{\circ}$  C.

Am 30. VII. 1890 (nach 180 Tagen) wurde zunächst ein kleines Stück des inficirten Theils herausgeschnitten und in sterilem Wasser aufgeweicht. Ein von ihm gewonnenes Abklatsch-Deckglaspräparat ergab, wie zu erwarten<sup>1)</sup>, die Anwesenheit vieler, sehr deutlich gefärbter, einzeln liegender Tuberkelbacillen.

Nunmehr wurde die ganze inficirte Stelle herausgeschnitten, der aufliegende Staub durch vorsichtiges Abblasen grösstentheils entfernt, die Stelle mit der vorigen zusammen aufgeweicht und sodann mehrmals in sterilem Wasser ausgedrückt, wodurch dieses zu einer schmutzig graugrünlichen Flüssigkeit wurde, welche eine ziemlich grosse Anzahl von Tuberkelbacillen enthielt; 0,3 ccm davon wurden verimpft. Das Kaninchen starb am 1. Jan. 1891; es fanden sich ausser zahlreichen Entozoen zerstreute bronchopneumonische Herde in den Lungen, die keine Tuberkelbacillen enthielten. Die der Impfstelle benachbarten Leistendrüsen waren zwar etwas vergrössert, enthielten jedoch gleichfalls keine Tuberkelbacillen.

Es ist demnach anzunehmen, dass die Virulenz dieses an ein Tuch angetrockneten Sputums nach 6 Monaten erloschen war. In Sormani's auf S. 44 berichteten, unter ähnlichen Umständen angestellten Untersuchungen schwächte sich die Virulenz nach 3 Monaten ab, war jedoch selbst nach 6 Monaten noch nicht ganz erloschen. Es ist möglich, dass diese geringe Differenz der Ergebnisse durch die in meinen Ver-

1) Kaatzer konnte noch in fast 8 Jahre altem, eingetrocknetem Sputum Tuberkelbacillen nachweisen (Kaatzer, Das Sputum. 3. Aufl. S. 53).

suchen vermuthlich viel niedrigeren Temperaturverhältnisse bedingt war, oder dass S. ein von vorneherein infectionstüchtigeres Sputum verwendete.

B. Versuch mit bei Zimmertemperatur langsam eingetrocknetem Sputum.

Ein Becherglas von 4,4 cm Durchmesser wurde am 13. II. 1890 2,7 cm hoch mit tuberkulösem Sputum bedeckt und mit einer vierfachen Lage dicken, vielfach durchstochenen Zeitungspapieres verschlossen; es wurde in einer neben dem Arbeitstisch befindlichen halbdunklen Ecke aufbewahrt und trocknete hier allmählig ein.

Am 9. VII. 1890 (nach 136 Tagen) war der Boden in 1 mm hoher Schicht mit völlig eingetrocknetem Sputum bedeckt. Boden- und Wandbelag wurden abgekratzt und mit einer geringen Menge sterilen Wassers zu einer dicken, dunkelbräunlichgelben Flüssigkeit verrührt, welche im sterilen Mörser verrieben wurde, worauf  $2\frac{1}{2}$  Theilstriche davon zur Verimpfung kamen. Das Kaninchen blieb wohl und munter und wurde am 10. V. 1892 getödtet. Es war durchaus normal, insbesondere waren nirgends Tuberkelbacillen aufzufinden.

Nach 5 Monaten war also die Virulenz dieses Sputums anscheinend gänzlich erloschen, was mit der Angabe Sawitzky's<sup>1)</sup>, er habe frisch gewonnenes, bei gewöhnlichen Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnissen an der Luft getrocknetes tuberkulöses Sputum nur  $2\frac{1}{2}$  Monate lang virulent gefunden, gut übereinstimmt.

C. Versuche mit auf Kartoffelflächen aufgegossenem, bei Zimmertemperatur langsam getrocknetem Sputum.

Die Hälften einer im Dampf sterilisirten Kartoffel wurden am 13. II. 1890 mit tuberkulösem Sputum in dicker Lage

1) vgl. S. 46.

begossen und in der zu bacteriologischen Zwecken üblichen Weise zwischen 2 Glasglocken über feucht gehaltenem Filtrirpapier aufgehoben. Die ersten  $3\frac{1}{2}$  Tage stand die Glocke im Keller. Am 4. Tag wurde sie heraufgeholt und zerstreute, nicht mehr so zahlreiche Tuberkelbacillen auf ihnen nachgewiesen. Zahlreiche Kartoffelbacillen und röthliche Schimmelpilze waren auf beiden Kartoffelflächen gewachsen. Die Glocke wurde fernerhin im geheizten Untersuchungszimmer so aufbewahrt, dass die Kartoffelflächen von diffusem Tageslicht getroffen werden konnten; indess waren bald die ganzen Flächen von dichten braunen Schimmelrasen bedeckt, welche den Einfluss der Strahlen auf die Tuberkelbacillen abgeschwächt haben dürften.

Während in den beiden vorigen Versuchen die Eintrocknung nicht verzögert wurde, wurde dies hier dadurch bewirkt, dass in den ersten 3 Monaten immer der Boden der Glasglocke mit einer Schicht Wasser bedeckt erhalten wurde.

Am 1. Aug. 1890 wurde der Versuch beendet. Die Kartoffelflächen waren dicht mit röthlichbraunen Schimmelrasen bedeckt, deren Hyphen mehrere mm tief in die Kartoffeln eingedrungen waren; das Gewebe war bis dahin ganz mürbe und trocken geworden. Die oberflächlichen Schimmeltheile wurden entfernt und an verschiedenen Stellen der freigelegten Oberfläche durch Deckglaspräparate meist einzeln liegende Tuberkelbacillen in geringer Anzahl nachgewiesen. Hierauf wurden die verdächtigen Stellen der einen Kartoffelhälfte abgekratzt und mit 4 Theilstrichen voll sterilem Wasser verrieben. In mehreren hiervon angefertigten Deckglaspräparaten fanden sich theils keine, theils vereinzelte Tuberkelbacillen. Das Gemisch wurde einem Kaninchen injicirt. Das Thier starb am 11. VIII. 1890 (nach 10 Tagen). An der Impfstelle lag ein ziemlich grosser, zähen grauen Eiter enthaltender Abscess, in welchem viele Pilzsporen und stellenweise auch Pilz-

fäden, aber keine Tuberkelbacillen aufzufinden waren. Lungen und Leber enthielten grauweisse Knötchen, welche durch Entozoen verursacht waren; auch in Schnitten waren keine Tuberkelbacillen darin nachzuweisen. Die übrigen Organe waren normal.

Am gleichen Tage wurde ferner die ganze Oberfläche der anderen Kartoffelhälfte abgekratzt, mit 6 ccm sterilem Wasser verrieben und von der so gewonnenen, spärliche Tuberkelbacillen enthaltenden Flüssigkeit 3 Theilstriche einem Kaninchen, welches im Januar mit Staphylococcen und Wis-muth in die eine Seite geimpft worden war, in die andere Seite injicirt. Das Thier wurde am 16. XII. 1891 (nach 1 Jahr und  $4\frac{1}{2}$  Monaten) getödtet. An der Impfstelle war keine Reaction erfolgt. Der über wallnussgrosse Abscess der anderen Seite enthielt noch Staphylococcen, welche auch auf Glycerinagar zu züchten waren; Tuberkelbacillen waren darin nicht vorhanden. In den Lungen fanden sich zahlreiche, bis über stecknadelkopfgrosse, grauweisse, luftleere, derbe Knötchen und stellenweise grössere grauweisse, verdichtete Stellen. Auch die Leber enthielt solche Knötchen, jedoch in geringerer Anzahl. In den Knötchen der Lunge und der Leber waren auf Deckglaspräparaten ziemlich spärliche, zum Theil in Gruppen beisammen liegende Tuberkelbacillen aufzufinden. Die übrigen Organe waren nicht von Tuberkulose ergriffen.

Mit den Lungenknötchen wurden ferner Glycerinagar-röhrchen bestrichen, auf welchen ausser anderen Bacillen auch Tuberkelbacillen wuchsen. Ferner wurden damit folgende Uebertragungsversuche angestellt:

Am 17. XII. wurde ein 2 cm langes,  $\frac{1}{2}$  cm breites und 3 mm dickes Lungenstückchen, welches von ziemlich vielen Knötchen durchsetzt war, in die Bauchhöhle eines Kaninchens gebracht, welches jedoch schon am 19. XII. starb. Die Wunde

und das eingepfote Lungenstück waren reactionslos geblieben, das Lungenstückchen etwas geschrumpft, seine Oberfläche glatt.

Am 20. XII. früh wurde es in kleine Stückchen zerschnitten und diese, nachdem sie im Mörser verrieben und nur Tuberkelbacillen, keine Eitererreger oder andere pathogene Microorganismen darin gefunden worden waren, einem sehr kräftigen Kaninchen unter die Haut eingepfot.

Nach einigen Wochen war an der Impfstelle ein kleinapfelgrosser Abscess entstanden, welcher nach aussen aufbrach und Eiter entleerte, sich später aber wieder schloss. Das Thier magerte allmählig erheblich ab, erholte sich seit dem Frühjahr 1892 jedoch wieder etwas und gebar im Sommer 1892 zweimal Junge von gesunden Männchen, welche auf kurze Zeit in seine Stallzelle gebracht worden waren und wurde am 17. Oct. 1892 (nach 1 Jahr und fast 10 Monaten) getödtet. In den Lungen fanden sich zahlreiche, sehr derbe, grauweisse, bis über stecknadelkopfgrosse Knötchen, die in der Mitte des Ausschnittes zum Theil etwas einsanken. Aehnliche Knötchen sassen in Milz und Leber. Im unteren Theil des Dünndarms waren rundliche, grauweisse, derbe Knötchen enthalten, welche anfangs unter der Serosa, später mehr nach der Intima zu sassen; nach dem Coecum hin wurden sie häufiger; im Coecum sassen sie zwischen den Falten, wurden aber gegen das Ende hin, welches in ganzer Ausdehnung freiblieb, spärlicher und verschwanden schon vor dem Beginn der Schleimhaut desselben. Colon und Rectum waren frei geblieben. Die Inguinaldrüsen der Impfseite waren etwas vergrössert, von dem Abscess jedoch nichts mehr zu entdecken. In den Lungen-, Milz- und Leberknötchen fanden sich nur sehr wenig, zum Theil etwas bläss gefärbte Tuberkelbacillen; in der Leber waren auch Nematoden enthalten.

2) wurden am 17. XII. 1891 einem Meerschweinchen 3 kleine Lungenstücken unter die Haut geimpft, welche mehrere grauweisse Knötchen enthielten. Es entstand an der Impfstelle eine Hautwunde von ungefähr 2 cm Durchmesser, welche mässig eiterte. Sie schloss sich allmählig in der Weise, dass die Haut von hinten nach vorne wuchs und hier bis auf eine  $\frac{1}{2}$  cm breite, über 3 cm hohe Stelle offen blieb, welche mit bräunlichem, eingetrocknetem Eiter bedeckt war. Anfangs war das Thier sehr munter; später, im Frühjahr, wurde es weniger beweglich, betrübter und allmählig matt, bekam schliesslich Athemnoth und aufgetriebenen Leib und starb am 13. V. 1892 (nach 4 Monaten und 27 Tagen [147 Tagen]).

Sectionsbefund: Die flache, vordere ulcerirte Hautstelle ist am Grunde mit wenig graugelbem, schmierigem Eiter belegt, der grösstentheils stark eingedickt, an der Oberfläche vertrocknet ist und mässig viel, in Detritusmassen eingeschlossene Tuberkelbacillen enthält. Ihre Grösse beträgt 35 : 5 mm; sie ist durch 1 mm dickes, festes Gewebe nach dem Unterhautgewebe zu abgeschlossen. In letzterem befinden sich 1 grösserer und 2 kleinere dickwandige Abscesse, ferner einige bis stecknadelkopfgrosse, grauweisse bis grau gelbliche, dickflüssigen Eiter führende Knötchen; unter der nach vorn gewachsenen Hautstelle stehen eine grössere Anzahl kleiner, ähnlicher Knötchen: diese sind in regelmässigen Längsreihen angeordnet. Von der Impfstelle bis zur Achselgegend hin ziehen gleiche, aber zerstreut stehende Knötchen und verdickte Lymphbahnen. Die Achsel-, Leisten- und Unterkieferdrüsen sind stark vergrössert, zum grossen Theil fest, verkäst oder erweicht. — Links neben der Geschlechtsöffnung liegt eine trocken verkäste, hellgraue, im Centrum verkalkte Drüse; sie enthält kohlen sauren und phosphorsauren Kalk. — Im Peritoneum sitzen in der un-

teren Rippengegend der geimpften Seite einige über stecknadelkopfgrosse graugelbe Knötchen.

Im Oberlappen der linken Lunge befindet sich eine über erbsengrosse, grauweisse, aber derbe Stelle, welche in der Mitte einen kleinen, mit grauweisslicher Flüssigkeit von schleimiger Consistenz gefüllten Hohlraum enthält. Im oberen Theil des Unterlappens ist eine grössere grauweisse, derbe Stelle enthalten, welche mehrere derartige kleine Hohlräume aufweist. Der untere Theil des Unterlappens ist mehr diffus grau, fibrös verdickt. — Die rechte Lunge enthält theilweise gleichfalls im Inneren in der beschriebenen Weise erweichte Heerde, theils stecknadelkopf- bis halbbohngrosse, derbe, grauweisse Knötchen in mässiger Anzahl. Ein grösserer Hohlraum hat einen Durchmesser von  $5 : 2\frac{1}{2}$  mm; die Hohlräume sind mit unregelmässig ausgezackten Rändern gegen das feste Gewebe scharf abgesetzt.

Der Zwerchfellmuskel ist unversehrt; in dem die Durchtrittsstelle von Aorta und Oesophagus umkleidenden Bindegewebe sind zahlreiche, im fibrösen, peripheren Theil wenige, in den zum Magen und zur Leber ziehenden Bändern zahlreiche, bis über stecknadelkopfgrosse Knötchen enthalten. Das Netz und die Ligamente der Bauchorgane führen gleichfalls zahlreiche Knötchen.

In der Leber finden sich zumeist kleinere und grössere (bis erbsengrosse), derbe, grauweisse Knötchen von homogener Schnittfläche, aber auch eine Anzahl grauweisser bis graugelblicher, derber, bis über 1 ccm grosser Knoten, die im Inneren zum Theil einen mit dünner, grauer, schleimiger Flüssigkeit versehenen Hohlraum führen.

Die Milz misst  $46 : 22 : 6$  mm und besteht zum grössten Theil aus mehr oder weniger grossen, fest verkästen Stellen; nur spärliche Insehn rothbraunen Gewebes sind noch vorhanden. Einzelne Stellen des verkästen Gewebes sind schief-

rig verfärbt. In der Rinde der einen Niere ein stecknadelkopfgrosses, grauweisses Knötchen.

Die Mesenterialdrüsen sind in grosser Anzahl erheblich vergrössert, zumeist verkäst.

In Brust- und Bauchhöhle, namentlich in letzterer, ist eine beträchtliche Menge haemorrhagischer, etwas getrüebter Flüssigkeit enthalten, welche zahlreiche kernhaltige, z. Th. verfettete Epithelien und rothe Blutkörperchen aufweist.

In den verkästen Lymphdrüsen, im Abscesseiter, in den Lungen- und Leberknötchen, sowie im Inhalt der Hohlräume, im verkästen Gewebe der Milz, sowie in den Mesenterialdrüsen waren zahlreiche, scharfgefärbte Tuberkelbacillen enthalten.

Am 16. V. wurde mit einem Stückchen aus der Lunge dieses Thieres, welches eine ca.  $\frac{1}{2}$  ccm grosse, derbe, grauweisse Stelle enthielt, ein anderes Meerschweinchen geimpft. Das Meerschweinchen starb am 5. VIII. 1892 (nach 80 Tagen).

An der Impfstelle fand sich ein durchgebrochener, aussen dicken, braunen, eingetrockneten, innen graugelben, schmierigen Eiter führender Abscess. Die Lymphdrüsen der Inguinal-, Axillar-, Cubital- und Submaxillargegend waren vergrössert, fest verkäst, theilweise käsigen Eiter führend.

Die Lungen zeigten sich durchsetzt von zahlreichen derben, grauweissen, halberbsengrossen Knötchen, welche zum Theil isolirt standen, zum Theil zu mehreren confluirten waren. Vielfach sind, namentlich an den Randpartieen, grössere Strecken diffus grauweiss verfärbt und verhärtet. Im Centrum der Knötchen ist die Härte meist grösser, die Farbe etwas heller. Die Bronchialdrüsen sind erheblich geschwellt, fest verkäst. Das Zwerchfell war normal geblieben. In der Leber wurden zahlreiche graue, theils stecknadelkopfgrosse Knötchen, theils mehr diffus verhärtete Stellen und einige gelblichbraune, derbe Knötchen aufgefunden. Im Ligam. hepato-duodenale lag eine sehr grosse, im Netz mehrere bis

halberbsengrosse, harte, graue Lymphknoten; im Mesenterium des Darms ferner zahlreiche verkäste Mesenterialdrüsen. Die Milz war vergrössert, ziemlich weich, und zeigte auf der Oberfläche und im Inneren zerstreute, stecknadelkopfgrosse Knötchen, ausser unregelmässig begrenzten, kleinen, grau verfärbten Stellen. — Zwischen den Nieren, über der Theilungsstelle der Bauchaorta und neben dem Kopf des Nebenhodens wurden beiderseits mehrere vergrösserte, derbe, grauweisse Knötchen aufgefunden. — Auch in der Wand des Coecums befanden sich einige flache, graue, anscheinend vergrösserte und verdickte Lymphknoten. Ferner bestand wieder blutiger Ascites und Haematothorax und Dünndarmkattarrh mässigen Grades.

Im Abscesseiter, in den Organknötchen und Lymphdrüsen fanden sich zahlreiche Tuberkelbacillen.

Am 6. VIII. 1892 wurde ein weiteres Meerschweinchen mit einem Lungenstückchen des eben besprochenen Thieres an die gleiche Stelle geimpft; es starb am 18. Oct. (nach 72 Tagen). An der Impfstelle fanden sich 3 grössere Abscesse und einige kleine; die Wunde ist bis auf das eine Ende vernarbt, dieses ist in ein Geschwür verwandelt, das mit tuberkulösem Eiter versehen ist. Die Inguinal-, Axillar- und Submaxillardrüsen sind vergrössert, verkäst und z. Th. erweicht, ebenso die Bronchialdrüsen. Die Lungen zeigen sich von zahlreichen blassgrauen, über stecknadelkopfgrossen Knötchen und grösseren blassgrauen Stellen, sowie von unregelmässig begrenzten, sehr derben, grauweissen Stellen durchsetzt, welche oft innerhalb blassgrauer Stellen liegen. An den Randpartieen sind einzelne grössere, grauweisse, verdichtete Stellen anzutreffen. Die Leber ist vergrössert, von zahlreichen feinen, grauweissen Knötchen durchsetzt. Die Milz ist gleichfalls vergrössert, von einzeln stehenden, grauen Knötchen durchsetzt. Das Zwerchfell und die Nieren waren

normal. Im Netz und im Mesenterium des Darms waren zahlreiche vergrösserte, verkäste Drüsen enthalten. Der Wand des Coecums waren zerstreute, über stecknadelkopfgrosse, grauweisse Knötchen eingelagert, welche nach seinem Ende zu verschwunden waren. Jedem Nebenhoden lag ein halb-erbengrosses, grauweisses Knötchen an.

Im Abscesseiter und in den Knötchen waren Tuberkelbacillen enthalten; die weissen, derben Stellen der Lungen enthielten gleichfalls Tuberkelbacillen, jedoch in geringer Anzahl.

Während also das 1. Meerschweinchen 147 Tage am Leben blieb, starben das 2. und 3. nach 80 bzw. 72 Tagen. Es ist deshalb nicht unwahrscheinlich, dass die Virulenz der Tuberkelbacillen sich im Meerschweinchenkörper erhöht hat, während der Kaninchenkörper dies nicht vermochte.

Aus diesem Versuche hat sich also ergeben, dass auf Kartoffelhälften dick aufgestrichenes tuberkulöses Sputum, welches hier ganz langsam eintrocknete und durch Verschimmelung der Oberfläche vor gänzlichem Austrocknen und grösstentheils auch vor Belichtung geschützt war, sich, bei Zimmertemperatur aufbewahrt, noch nach  $5\frac{1}{2}$  Monaten infections-tüchtig erweisen kann, wenn auch die nachsetzende Affection sehr chronisch verlief.

Zugleich ergibt sich, dass Verschimmeln von Lebensmitteln einen zerstörenden Einfluss auf gleichzeitig auf oder in denselben befindliche Tuberkelbacillen nicht ausübt.

### Zusammenfassung.

Um einen Ueberblick über die Ergebnisse der angestellten Versuche zu gewinnen, sind dieselben in nachfolgender Tabelle zusammengestellt:

	Sputum.	Thonsputum.	Erdesputum.	Mischaeschputum.	Mistsputum.	Kohlsputum.	Stielwassersputum.	Boullionsputum.	Temperaturverhältnisse.	Zeit und Dauer der Versuche.
1) Einfluss strenger Wintertälte.	—	v	+						Min.: tägl. 2 × — 21° C. Max.: meist unter 0° C., vom 37. Tage an mehrmaliges Auftauen. Max.: wenig über 0° C. Min.: im Mittel — 8,6° C. bis zum 6. III.; von da ab meist etwas über Null. Kälteste Temp. am 2. u. 4. III. = 20,9° C. Mittl. Tagesschwankung < 9° C. Mittl. Min. bis 7. III. = — 8,0° C., vom 7. III. bis 30. IV. = + 1,8° C., v. I. V. bis 21. V. = 7,5° C. Kälteste Temp. am 2. III. 1890 = 20,9° C. Mittl. Tagesschwankung > 11° C. Mittl. tägl. Niederschlagsmenge 1,6 cm.	Vom 3. bezw. 8. II. 1890 bis 15. V. 1890 (101 bezw. 96 Tage). Vom 31. I. bis zum 22. V. 1890 (111 Tage).
2) Einfluss geringerer Kälte.	+			+	+					
3) Einwirkung vieler Witterungsverhältnisse.	v	a. b.		v						a) Vom 17. II. bis zum 21. V. 1890 (92 Tage). b) Vom 27. II. bis zum 2. VIII. 1890.
4) An der Erdoberfläche angestellte Versuche.	—	—	+	v					Temp. Max.: 26,9. Min.: — 3,2. Mittl. Tagesschwankung < 12° C. Mässige andauernde Feuchtigkeit.	Vom 12. III. bis zum 18. VI. 1890 (98 Tage).

	Sputum.	Thonsputum.	Erdesputum.	Mistfauchespuntum.	Mistsputum.	Kohlsputum.	Stelwasserspuntum.	Boullionsputum.	Temperaturverhältnisse.	Zeit und Dauer der Versuche.
5) In der Erde	A. 10 cm tief.	—	faulig gew. v <sup>0</sup>	—	—	—	—	—	Temperaturschwankung u. Feuchtigkeitsverhältnisse geringer als in 2) u. 4).	Vom 28. I. bis zum 18. bezw. 20. VI. 90 (140 bezw. 143 Tage).
	B. 50 cm tief.	— ?	trocken — ?	—	—	—	—	—	Nur sehr geringe Temperaturschwankung. Min.: — 0,25° C. Max.: + 1,5° C.	Vom 28. I. bis zum 9. VII. 90 (161 Tage).
6) Im Keller.	—	—	—	—	—	—	—	—	Min.: + 6° C. Max.: + 14° C.	Vom 31. I. bis zum 8. VII. 1890 (158 Tage).
7) Im Stel.	—	—	—	—	—	—	—	—	Geringer als im Keller.	Vom 12. II. bis zum 6. VI. 1890 (113 Tage).
8) Im Stall.	—	flecht vergeblich — ?	feucht vergeblich — ?	—	—	ausgetrocknet — ?	—	—	Min.: — 13° C. Max.: + 19° C.	Vom 8. II. bis zum 27. VII. 1890 (168 Tage).
9) Hintrocknungsversuche im Zimmer	Auf einem Tuch im frostfreien, vor Licht geschützten Raum.	—	—	—	—	—	—	—	Min.: wenig über 0° C. Max.: + 15° C.	Vom 31. I. bis zum 30. VII. 1890 (180 Tage).
	Auf dem Boden eines Becherglases in dunkler Ecke im Zimmer.	—	—	—	—	—	—	—	Zimmertemperatur.	Vom 13. II. bis zum 9. VII. 1890 (145 Tage).
Auf Kartoffelhäuten im Zimmer.	— (charnisch)	—	—	—	—	—	—	—	Vom 13. II. bis zum 1. VIII. 1890 (168 Tage).	

In diesen Tabellen bedeutet + infectionstüchtig geblieben; +<sup>o</sup> dass im Abscesseiter an Stellen, die das Gepräge tuberculösen Eiters trugen, Tuberkelbacillen zu mehreren angetroffen wurden; es ist wahrscheinlich, dass in diesen Fällen die Bacillen noch virulent waren und nur durch die Menge des Eiters, oder durch die Dicke der Abscessmembran an der Infection innerer Organe gehindert wurden; v bedeutet, dass die Tuberkelbacillen nur im Eiter, und zwar in Häufchen gruppirt, anzutreffen waren, so dass anzunehmen ist, dass sie noch lebens- und vermehrungsfähig waren; die Frage nach der Virulenz musste in diesen Fällen unbeantwortet bleiben; v<sup>o</sup> zeigt an, dass zwar noch radiär zu einander gestellte Tuberkelbacillen gefunden wurden, doch lagen die Bacillen zummeist einzeln und waren überhaupt selten anzutreffen, so dass der Schluss nahe liegt, dass die Bacillen im Absterben begriffen waren; ein ? bedeutet, dass zwar noch Bacillen gefunden wurden, dass jedoch ihre geringe Zahl und das Fehlen von Bacillenhäufchen nicht gestatten, etwas über deren Lebens- oder Vermehrungsfähigkeit auszusagen; t bedeutet, dass die Tuberkelbacillen des Kanincheneiters durch Weiterimpfung als todt befunden wurden; ein — sagt uns, dass keine Tuberkelbacillen aufzufinden waren; soweit in diesen Fällen nicht der Zufall in der Weise im Spiele war, dass von vornherein unwirksame Sputumtheile injicirt wurden, waren die Bacillen in der Versuchszeit abgestorben.

---

Die Versuche wurden in der ersten Hälfte des Jahres 1890 im hygienischen Institut der Universität Jena angestellt. Herrn Hofrath Prof. Dr. Gärtner bin ich für die Anregung zu diesem Thema, sowie für seine vielfache hilfreiche Unterstützung und für die freundliche Ueberlassung des Arbeitsplatzes zu grossem Danke verpflichtet; ferner meinen seitherigen Chefs, den Herren Professoren Dr. Rossbach und Dr. Stintzing für die Erlaubniss, die Thier-Versuche im Laboratorium der medicinischen Klinik zu Ende zu führen, sowie der Grossherzogl. Sternwarte für die gütige Ueberlassung der Daten.

---

11067