

## IV.

**Ueber die Desinfection durch Temperatur-  
erhöhung.**

(Aus dem pathologischen Institut zu Berlin.)

Von Professor Dr. Max Wolff in Berlin.

Die nachfolgenden seit dem Juli vorigen Jahres bis Anfang dieses Jahres angestellten Desinfectionsversuche hatten vorwiegend den Zweck, die Leistungsfähigkeit der Hitzedesinfection einer erneuten Prüfung zu unterziehen und zwar in grösserem für die practische Anwendung berechnetem Maassstabe und in Apparaten, die für die Praxis empfohlen, aber bisher nach den erforderlichen Methoden nicht geprüft worden sind.

Diese Prüfung erschien um so dringlicher, als die Beschaffung geeigneter Desinfectionsvorrichtungen eine Frage von einschneidender Wichtigkeit ist, zumal beim Ausbruch von grösseren Epidemien. In vielen Krankenhäusern und Ortschaften existiren entweder gar keine oder unzulängliche Desinfectionsvorrichtungen. In Berlin ist die Frage der Vermehrung der Desinfectionsanstalten im November vorigen Jahres mit Rücksicht auf die damals von Paris aus drohende Cholerafaher eingehend erörtert und eine namhafte Summe für Beschaffung von neuen Desinfectionsapparaten von Seiten der Communalverwaltung bewilligt worden.

Seit einer kurzen Mittheilung über diesen Gegenstand im Centralbl. für die med. Wissenschaften 1885 No. 11 sind aus sehr verschiedenen Städten, in denen die Absicht vorliegt, Desinfectionsanstalten zu errichten, Anfragen an mich gekommen, die im Wesentlichen darauf hinausgingen, nach welchem Princip und mit welchen Apparaten man desinficiren solle. Das ist die Veranlassung zur nachfolgenden ausführlichen Mittheilung.

Nach dem heutigen Stande der Wissenschaft steht die Berechtigung ausser Frage Mikroorganismen als Grundlage

für die Prüfung des Werthes der verschiedenen Desinfectionsmethoden anzunehmen, wenn auch für manche Infectionskrankheiten der gesicherte Nachweis ihrer lebenden Infectionserreger bis jetzt noch aussteht. Vor den wichtigen Untersuchungen von Koch „Ueber Desinfection“, Mittheilungen aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte Bd. I S. 234 ff. waren jedoch bei den Desinfectionsversuchen die biologischen Verhältnisse der Mikroorganismen ausser Acht gelassen. Man hatte bei der Prüfung der Desinfectionsmittel nicht berücksichtigt, dass die Bakterien in ihrem gewöhnlichen Zustande von den verschiedensten Desinfectionsmitteln leicht angegriffen werden, dass sie aber nach dem Eintritt der Sporenbildung eine ausserordentliche Widerstandsfähigkeit vermöge der derben Consistenz der Sporenmembran den verschiedensten Desinfectionsmitteln gegenüber erlangen. Erst Koch hat also auf die für die Desinfectionsfrage nothwendige Trennung in sporenfreie Organismen einerseits und in sehr resistente Dauersporen andererseits hingewiesen und von diesem Gesichtspunkte aus verschiedene Desinfectionsmethoden geprüft.

Bei unseren nachfolgenden Versuchen haben wir ebenfalls sporenfreies und sporenhaltiges Material verwendet, besonders aber das letztere, weil bei der Ausführung der Desinfection in praxi nur solche Mittel wesentlich in Anwendung kommen sollen, welche mit Sicherheit die Bakterien auch in ihrem resistenten Sporenzustande zu vernichten vermögen. Wie bereits Eingangs erwähnt, war der Zweck der vorstehenden Versuche der, die physikalische Desinfectionsmethode der Anwendung trockener Hitze oder heissen strömenden Wasserdampfes unter den oben angegebenen Bedingungen auf ihre Wirksamkeit zu prüfen.

#### I. Desinfection mit trockener Hitze.

In sehr vielen Krankenhäusern, Gefängnissen, Asylen u. s. w. existiren noch jetzt Desinfectionsapparate, die auf dem Princip der Einwirkung trockener Hitze allein beruhen, wiewohl solche Apparate nur einen beschränkten Werth haben. Die Vorstellung von der Unzulänglichkeit derartiger Desinfectionseinrichtungen ist aber noch lange nicht genügend verbreitet. Es schien deshalb geeignet, einen neuen derartigen vom Inhaber Herrn Raetke

warm empfohlenen Apparat, bei dem also durch Einwirkung heisser Luft allein die Desinfection erreicht werden sollte, der Prüfung nach den jetzt erforderlichen Methoden zu unterziehen, zumal der Apparat im Uebrigen gewisse Vortheile in Bezug auf leichte Transportabilität und Aufstellung an jedem beliebigen Orte gewährte.

Der Raetke'sche Desinfectionsapparat besteht aus einem rechteckigen Eisenblechkasten von 1,50 m Länge und etwa derselben Höhe und 1,0 m Breite. Der Kasten zerfällt durch eine Eisenwand im Innern in einen grösseren zur Aufnahme der Desinfectionsobjecte bestimmten Raum und in einen kleineren Raum, der den Feuerherd und über demselben einen Sammelraum für die erzeugte Hitze enthält. Der letztere steht durch eine von aussen verstellbare Klappe mit dem Raum, in dem die Desinfectionsobjecte sich befinden, in Verbindung. Die Feuerung selbst geschieht mit Coaks oder mit Coaks und Steinkohle. Nachdem ein starkes Feuer auf dem Feuerherd gemacht worden ist, gelangt die heisse Luft zunächst in den Sammelraum und von hier aus nach Eröffnung der Klappe in den Desinfectionsraum hinein. Ein an der Decke des Ofens angebrachtes Thermometer zeigt die im Desinfectionsraum erreichten Temperaturen an.

Versuch I, angestellt am 25. Juli 1884.

Als Versuchsobjecte benutzten wir bei diesem Versuch:

1) Frische Hefe mit sterilisirtem Wasser angerührt, dann auf Leinwand ziemlich dick aufgestrichen und innerhalb 4 Stunden angetrocknet. Die Leinwand wird frei in den Ofen hineingehängt.

2) Dieselbe Hefe, ebenso behandelt wie in 1); die Hefe wird aber diesmal nicht frei hineingebracht, sondern in einem 7 cm langen, 6 cm dicken Watteballen eingewickelt, der Ballen alsdann mit Bindfaden zusammengeschnürt und in den Ofen hineingehängt.

3) Faulendes Fleischinfus, vor etwa 20 Stunden im Brütöfen angestellt; mikroskopisch zeigt dasselbe vorwiegend zahllose Individuen von *Bacillus subtilis* und *Bacterium termo*. Sporenhaltige Formen sehe ich mikroskopisch noch nicht darin. Es ist dies der einzige Fall, bei dem nicht eine einzelne Form von Organismen, sondern verschiedene Formen gemischt, zur Verwendung gekommen sind; es hatte aber doch ein gewisses Interesse zu beobachten, wie sich die gewöhnlichen Fäulnissgemische gegenüber der trocknen Hitze in diesem Apparate verhalten. Durch dieses faulende Fleischinfus wird also ein Leinwandslappen von 15 cm im Quadrat hindurchgezogen, die Leinwand

alsdann getrocknet und in einen 7 cm langen, 6 cm dicken Watteballen eingewickelt, der Ballen selbst mit Bindfaden zusammengeschnürt.

4) Milzbrandbacillen, auf fester Fleischwasserpeptongelatine im Reagensglase gezüchtet und üppig gewachsen, von einem frisch an Milzbrand verstorbenen Meerschweinchen herrührend. Die gezüchteten Milzbrandbacillen sind mikroskopisch nach vielfachen Präparaten noch sporenfrei.

Die vorgenannten Objecte kommen also in den Desinfectionsapparat hinein. Der mit Coaks geheizte Ofen erreicht bald die Temperatur von 90° C. Die Temperatur schwankt alsdann während der nächsten 2 Stunden zwischen 90° C. bis 120° C., und die Desinfectionsobjecte bleiben 2 Stunden lang dieser Temperatur ausgesetzt.

Resultat des Versuches: Die erhitzten Hefeproben sub 1) und 2), mit Traubenzuckerlösung in Gährungsröhrchen an einen warmen Ort gestellt, sind nach einer 8stündigen Beobachtungszeit absolut wirkungslos geblieben, während in einem Controlversuch das ganze Röhrchen nach kurzer Zeit mit Kohlensäure gefüllt war.

Von der mit faulendem Fleischinfus sub 3) imprägnirten Leinwand werden 4 Stückchen unter allen Cautelen abgeschnitten und in 4 Reagensgläser mit sterilisirter Nährgelatine eingetragen, nachdem die Gelatine vorher durch Erwärmen etwas dickflüssig gemacht war. Von diesen 4 Gläsern hat sich in keinem einzigen Glase innerhalb der nächsten 8 Wochen eine Entwicklung von Fäulnisorganismen gezeigt; drei Gläser sind bis zum 19. September völlig klar und fest geblieben, nur in einem Glase ist nach etwa 14 Tagen ein kleiner Schimmelpilzknoten, offenbar durch nachträgliche Verunreinigung, entstanden. — In den zu diesem Versuch zugehörigen, im Uebrigen ebenso angestellten Controlversuchen mit nicht desinficirter auf Leinwand getrockneter Fäulnisflüssigkeit hingegen ist stets bis zum folgenden, längstens bis zum zweiten Tage eine ausserordentlich reichliche Entwicklung von Fäulnisorganismen unter totaler Verflüssigung der Gelatine eingetreten. —

Mit den Milzbrandbacillen sub 4) werden 2 Reagensgläser Nährgelatine ohne Erfolg während der nächsten 8 Wochen inficirt; ebenso ist ein mit der im Ofen gewesenen Milzbrandcultur geimpftes Meerschweinchen innerhalb der nächsten 8 Wochen völlig munter geblieben. Dagegen ergaben 2 Controlversuche auf Nährgelatine mit denselben nicht erhitzten Milzbrandbacillen

bereits am folgenden Tage reichlichste Entwicklung langer Milzbrandfäden.

Der Erfolg dieses Desinfectionsversuches war also der, dass eine 2stündige Einwirkung heisser Luft zwischen  $90^{\circ}$ — $120^{\circ}$  C. hingereicht hatte zur Vernichtung der Hefezellen, ebenso wie der sporenfreien Fäulnisorganismen und der sporenfreien Milzbrandbacillen. Die Vernichtung war bei den Hefezellen und bei den Fäulnisorganismen auch zu Stande gekommen, nachdem dieselben in kleine Watteballen verpackt worden waren.

#### Versuch II, angestellt am 31. Juli 1884.

Die in dieser Versuchsreihe zur Verwendung gekommenen Objecte sind:

1) *Micrococcus prodigiosus* aus einer Gelatine-Reincultur herstammend, auf sterilisirte, etwa 1 cm im Quadrat grosse Leinwandstückchen unter allen Cautelen aufgetragen und dann angetrocknet.

2) Chromgelbe Sarcine, ebenfalls aus einer Gelatine-Reincultur stammend, auf sterilisirte Leinwand aufgetragen und angetrocknet.

Jedes dieser beiden Objecte kommt in ausgeglühten mit Watte dicht verstopften Glaskölbchen und in mehrfachen Proben in den Desinfections-Ofen hinein. Der Ofen selbst war etwa 3 Stunden auf  $120^{\circ}$  C. erhitzt worden

Resultat des Versuches: Sowohl die mit *Micrococcus prodigiosus* als die mit Sarcine bestrichenen Leinwandstückchen werden nach Beendigung des Versuches unter allen Cautelen auf je 3 Gläser sterilisirter fester Nährgelatine verimpft und auf ihre Entwicklungsfähigkeit geprüft. In keinem Falle ist von den desinficirten Leinwandstückchen aus innerhalb etwa 7 Wochen, bis zu welcher Zeit die Beobachtung fortgesetzt wurde, eine Entwicklung von *Micrococcus prodigiosus* oder von Sarcina ausgegangen, während je 3 Controlimpfungen mit den nicht erhitzten Organismen am 3.—5. Tage jedesmal deutlichste Entwicklung von *Micrococcus* resp. Sarcine zeigten.

Es waren also bei diesem Versuch nach einer etwa dreistündigen Einwirkung trockener Hitze von  $120^{\circ}$  C. die nur in dünnen Glaskölbchen befindlichen Organismen, der sporenfreie *Micrococcus prodigiosus* und die Sarcine, vernichtet worden.

Versuch III, angestellt am 3. August 1884.

Als Probeobjecte dienten in diesem Versuch:

1) Sporenfreie Milzbrandbacillen von einem vor 3 Stunden an Impfmilzbrand gestorbenen Kaninchen. Die Milz eines solchen frisch gestorbenen Thieres enthält bekanntlich stets nur Milzbrandbacillen, niemals Milzbrandsporen und ist insofern zur Prüfung ersterer allein ein noch sichereres Object als die gezüchteten Milzbrandbacillen in Versuch I. Die Milz dieses Kaninchens wurde also unter allen Cautelen zerrieben, die sterilisirten Seidenfäden mit dem Milzbrei imprägnirt und die Fäden alsdann schnell über Schwefelsäure getrocknet.

2) Milzbrandsporen, die am Tage vorher auf sterilisirten Seidenfäden angetrocknet und mit tödtlichem Erfolge bei einer Maus verimpft worden waren.

3) Aeltere Milzbrandsporen, vor  $\frac{3}{4}$  Jahren auf sterilisirten Seidenfäden angetrocknet und mehrfach in ihrer infectiösen tödtlichen Wirksamkeit bei Meerschweinchen geprüft.

Diese 3 Proben von Mikroorganismen werden also nur in desinficirten mit Watte verstopften, sonst nicht weiter verpackten Glaskölbchen in den Ofen hineingebracht. Der Ofen selbst wird etwa 3 Stunden auf annähernd 150° C. erhitzt; die Maximalschwankungen der Temperatur liegen zwischen 140° C. bis 155° C.

Resultat des Versuches: Die erhitzten sporenfreien Milzbrandbacillen sub 1) auf 3 Gläser fester Nährgelatine verimpft, ergaben innerhalb der nächsten 6 Wochen keine Entwicklung von Milzbrandfäden; die Gläser sind vollkommen fest und klar geblieben.

Ebenso blieben je 3 mit den frischeren und älteren Milzbrandsporen sub 2) und 3) inficirte Proben von Nährgelatine innerhalb 6 Wochen steril, völlig klar, fest.

Ganz anders stellten sich die Controlversuche mit denselben ebenfalls an Seidenfäden angetrockneten, aber nicht erhitzten Milzbrandbacillen sowohl wie Milzbrandsporen, die jedes Mal bereits am folgenden oder am zweiten Tage üppige Entwicklung glasheller langer Milzbrandfäden sowie Verflüssigung der Gelatine ergeben haben.

Die 3stündige Einwirkung heisser Luft von annähernd 150° C. hatte also in diesem Versuch sowohl sporenfreie Milzbrandbacillen wie Milzbrandsporen vernichtet, welche nur in dünnen Glaskölbchen eingeschlossen waren.

Versuch IV, angestellt am 7. August 1884.

Bei diesem Versuch kommen nur Milzbrandsporen, die vor 5 Tagen an Seidenfäden angetrocknet waren, zur Verwendung. Die Milzbrandsporen

sind aber dieses Mal nicht innerhalb der Glaskölbchen allein in den Ofen hineingebracht, wie in Versuch III, sondern die Versuchsbedingungen in der Weise erschwert, dass die Glaskölbchen mit den Milzbrandsporenhaltigen Seidenfäden in die Mitte eines Keilkissens aus Rosshaaren gesteckt werden, dessen Dicke an der betreffenden Stelle 15 cm betrug. — Die Temperatur des Ofens, der mit Coaks und Steinkohle geheizt wird, beträgt um

5 Uhr	140° C.
6 -	140°
6½ -	145°
7 -	150°
7¼ -	158°
7¾ -	159°
8 - 10 Min.	153° Schluss des Versuches.

Resultat des Versuches: Die erhitzten Milzbrandsporen wurden in 9 Reagensgläser mit fester Nährgelatine eingetragen. Bis zum 19. September, wo die Beobachtung unterbrochen wurde, also in beinahe 6 Wochen, ist in keinem Reagensglase eine Entwicklung von Milzbrandbacillen im Bereiche der eingetragenen Fäden entstanden; alle Gläser sind steril, fest, durchsichtig geblieben. Nur in einem Glase hat sich entfernt von dem eingetragenen Seidenfaden an der Oberfläche der Gelatine ein Schimmelpilzknoten entwickelt. Milzbrandbacillen fehlen aber auch in diesem Glase vollkommen.

Durch eine dreistündige Einwirkung trockener Hitze von 149° C. im Mittel sind also in diesem Versuche die Milzbrandsporen vernichtet worden, und zwar unter dem erschwerenden Umstand, dass dieselben in einem Keilkissen versteckt waren; allerdings hatte das Rosshaarkissen nur eine geringe Dicke, nemlich nur 15 cm.

Versuch V, angestellt am 25. Januar 1885.

Dieser Versuch hatte den Zweck, die desinficirende Leistungsfähigkeit der trockenen Hitze noch weiter zu prüfen auf Sporen, die sich im Innern etwas grösserer Objecte, als in Versuch IV befinden. Die Prüfung der sporentödtenden Kraft der trockenen Hitze auf das Innere derartiger grösserer zusammengelegter oder gerollter trockener oder feuchter Objecte ist ja entscheidend für die Frage der practischen Verwerthbarkeit der trockenen Hitze überhaupt.

In den Desinfectionsofen kommen also bei diesem Versuch hinein:

1) Ein Strohsack von einer Länge von 75 cm, Breite 39 cm, Höhe 24 cm, Umfang 95 cm.

2) Eine trockene wollene Decke, lose zusammengerollt und alsdann lose geschnürt, von einer Länge von 72 cm, Breite 25 cm, Höhe 19 cm, Umfang 60 cm.

3) Eine feuchte wollene Decke, zusammengerollt, lose geschnürt, von einer Länge von 75 cm, Breite 21 cm, Höhe 16 cm, Umfang 54 cm.

4) Zwei trockene leinene Laken, zusammengerollt, lose geschürt, von einer Länge von 47 cm, Breite 13 cm, Höhe 15 cm, Umfang 35 cm.

5) Ein leinener Beutel mit alter etwas angefeuchteter Leinwand gefüllt, Länge 63 cm, Breite 28 cm, Höhe 23 cm, Umfang 79 cm.

6) Tuchrock, lose zusammengerollt und zusammengebunden von einer Länge von 55 cm, Breite 17 cm, Höhe 14 cm, Umfang 44 cm.

7) Ein ziemlich prall mit Jute gefüllter Sack von einer Länge von 20 cm, Breite 20 cm, Höhe 15 cm, Umfang 38 cm.

Die eben angeführten Objecte kommen also gleichzeitig in den Desinfectionsöfen hinein. Jedes Object ist in der Mitte mit einem Maximalthermometer und mit einem ausgeglühten verstopften Glaskölbchen versehen, das sporenhaltige Seidenfäden enthält.

Die Temperatur des Ofens, die alle 15 Minuten abgelesen wird, ist um

4 Uhr 15 Min.	115° C.
5 - — -	120°
5 - 30 -	116°
6 - — -	120°
6 - 30 -	116°
7 - — -	112°
7 - 30 -	110°
8 - — -	110°
8 - 15 -	110° Schluss des Versuchs.

Das Versuchsergebniss ist nun folgendes:

Nach Eröffnung des Desinfectionsraums zeigt das frei im Ofen hängende Maximalthermometer 120°C. — Die im Innern der Desinfectionsobjecte befindlichen Maximalthermometer ergaben in der Reihenfolge, wie die Objecte oben aufgeführt sind, 65°C.; 58°C.; 58°C.; 115°C.; 54°C.; 52°C.; der Jutesack hat kein Maximalthermometer bekommen.

Es wurden alsdann mit den Seidenfäden aus jedem einzelnen obiger Objecte 3 Culturversuche auf fester Nährgelatine angestellt, deren Resultat, um kurz zu sein, übereinstimmend das war, dass in allen 21 Cultur-Proben im Laufe der nächsten beiden Tage Verflüssigung der Gelatine und reichlichste Entwicklung langer Milzbrandfäden zu Stande gekommen war. Das-



selbe war übrigens auch mit den Culturproben der Fall, die aus einem Glaskölbchen herstammten, das frei, nicht eingeschlossen in einem umhüllenden Object, in den Ofen hineingelegt und also der vollen Hitzeeinwirkung ausgesetzt war.

Das Resultat dieses Versuches ist also ein sehr wenig zufriedenstellendes gewesen. Eine 4stündige Einwirkung trockener Hitze von einer Temperatur zwischen  $110^{\circ}$  und  $120^{\circ}\text{C.}$ , die sich aber meist über  $115^{\circ}\text{C.}$  befand, wie die viertelstündigen Temperaturangaben ausweisen, hatte nur in einem einzigen Falle, bei dem am wenigsten umfangreichen Objecte No. 4, das ausserdem besonders günstig an der Hitzeführungsklappe gelegen hatte, eine Temperatur von  $115^{\circ}\text{C.}$  im Innern hervorzubringen vermocht. In der Mitte aller übrigen Objecte, die ebenfalls durchaus nicht besonders umfangreich waren, war die Temperatur trotz der 4stündigen Einwirkung von ungefähr  $115^{\circ}\text{C.}$  nur eine sehr niedrige geblieben; sie hatte in maximo nur  $65^{\circ}\text{C.}$  erreicht. Dass bei diesen niedrigen Temperaturen in keinem Falle eine Desinfection der zum Desinficiren eingelegten Objecte zu Stande gekommen war, haben die oben mitgetheilten Culturversuche übereinstimmend ergeben.

#### Versuch VI, angestellt am 31. Januar 1885.

Bei dem mangelhaften Erfolg einer Hitzewirkung zwischen  $110^{\circ}$  und  $120^{\circ}\text{C.}$  im vorhergehenden Versuch sollte in diesem Versuch geprüft werden, ob nicht möglicherweise höhere Hitzegrade im Stande wären, zusammengerollte trockene oder feuchte Objecte von etwa demselben Umfang wie die im vorigen Versuche zur Desinfection zu bringen.

In den Ofen kommen:

- 1) Ein Strohsack von einer Länge von 85 cm, Breite 40 cm, Höhe 30 cm, Umfang 100 cm.
- 2) Zwei trockene wollene Decken, auf einander liegend, jede Decke zweifach zusammengelegt.
- 3) Eine trockene wollene Decke, locker zusammengerollt und geschnürt von einer Länge von 48 cm, Höhe 19 cm, Umfang 66 cm.
- 4) Eine durchfeuchtete wollene Decke, locker zusammengerollt und geschnürt, von einer Länge von 66 cm, Höhe 19 cm, Umfang 56 cm.
- 5) Zwei trockene leinene Laken, ebenfalls lose zusammengerollt und geschnürt, Länge 93 cm, Höhe 10 cm, Umfang 39 cm.

6) Ein Beutel mit trockener Leinwand gefüllt, dessen grösster Umfang 120 cm betrug.

In der Mitte dieser Objecte ist je ein Maximalthermometer bis auf No. 6 und ein kleiner Glaskolben mit Milzbrandsporenbhaltigen Seidenfäden. — Die Objecte selbst wurden in den Ofen gepackt bei einer Temperatur von 120° C. Wenige Minuten nach dem Einlegen der Gegenstände zeigt das Thermometer um:

3 Uhr — Min.	147° C.	4 Uhr 30 Min.	146° C.	6 Uhr — Min.	151° C.
3 - 15 -	160°	4 - 45 -	152°	6 - 15 -	138°
3 - 30 -	154°	5 - — -	155°	6 - 30 -	139°
3 - 45 -	140°	5 - 15 -	158°	6 - 45 -	142°
4 - — -	140°	5 - 30 -	138°	7 - — -	130°
4 - 15 -	146°	5 - 45 -	139°	7 - 15 -	135°

Schluss des Versuchs.

Versuchsergebniss. Die in der Mitte der Objecte befindlichen Maximalthermometer zeigten der Reihenfolge nach 54° C.; 84° C.; 59° C.; 54° C.; 61° C.

Aus jedem Objecte werden alsdann mit den im Ofen gewesenen Seidenfäden je 3 Culturversuche auf fester Nährgelatine angestellt. In sämmtlichen Culturversuchen ohne Ausnahme war bereits am nächsten Tage Verflüssigung der Gelatine und am zweiten Tage ausserordentlich reichliche Entwicklung von Milzbrandfäden zu constatiren. Das Versuchsergebniss war also auch in diesem Falle trotz einer 4½stündigen Einwirkung trockener Hitze von fast durchweg über 140° C. ein sehr ungünstiges gewesen, sowohl in Bezug auf die im Innern der doch immerhin noch nicht so umfangreichen Objecte erreichten Maximaltemperaturen, als in Bezug auf die Tödtung der Milzbrandsporen. Letztere sind in keinem Falle vernichtet worden, und die Temperatur erreichte in maximo nur 84° C., und zwar war das auch nur bei dem Object der Fall, das weder gerollt noch geschnürt war, sondern nur so zusammengelegt, dass das Maximalthermometer sich in der Mitte zwischen je 4 Lagen einer wollenen Decke nach oben und nach unten befand. Hier standen dem Eindringen der Hitze offenbar die wenigsten Schwierigkeiten entgegen und trotzdem war die Temperatur nicht höher als auf 84° C. gestiegen. In allen übrigen locker gestopften und lose zusammengerollten und geschnürten Objecten, bei denen dem Eindringen der Hitze etwas grössere Widerstände entgegenstanden, war die Temperatur noch viel niedriger geblieben; sie

schwankte zwischen 54—61°C. und war demgemäss zur Tödtung der Sporen in keinem Desinfectionsobjecte ausreichend gewesen.

Versuch VII, angestellt am 7. Januar 1885.

Den nachfolgenden Versuch mit der Einwirkung trockener Hitze füge ich hier noch deshalb hinzu, weil derselbe mit einem anderen Desinfectionsapparate angestellt worden ist als die Versuche I—VI, und weil die trockene Hitze in dem hier angewandten Apparat ausserdem nach einem anderen Princip erzeugt wird, als bei dem bisher gebrauchten Raetke'schen Apparat. Der Desinfectionsapparat für Versuch VII ist der von der Firma: Schimmel u. Comp. in Chemnitz construirte eiserne transportable Desinfectionsapparat, über den in der Abtheilung II unten („Desinfection mit heissem Wasserdampf“) noch ausführlich referirt werden wird.

Der Unterschied in der Erwärmung der Desinfectionsräume in beiden Apparaten mit trockener Hitze liegt darin, dass bei dem Raetke'schen Apparat die erhitzte Luft mit den gasigen Verbrennungsproducten direct in den Desinfectionsraum hineinströmt, während bei dem Schimmel'schen Apparat ein im unteren Theil desselben befindliches abgeschlossenes Rohrsystem durch Dampf geheizt wird und letzteres erst indirect die trockene Hitze im Desinfectionsraum erzeugt.

In diesen also nach anderem Princip mit trockener Hitze erwärmten Schimmel'schen Apparat koimnen folgende Objecte:

- 1) Ein Strohsack von einer Länge von 2,0 m, Breite 73 cm, Höhe 17 cm.
- 2) Ein Ballen von 10 zusammengerollten wollenen Decken von einer Länge von 1,03 m, Breite 64 cm, Höhe 34 cm, Umfang 1,50 m.
- 3) Ballen von 5 zusammengerollten wollenen Decken von einer Länge von 89 cm, Breite 33 cm, Höhe 18 cm; Umfang 1,08 m.
- 4) Beutel mit Leinwand gefüllt von einer Höhe von 37 cm, Umfang 1,42 m.
- 5) Sack mit Jute gefüllt von einer Höhe von 63 cm, Umfang 1,04 m.
- 6) Freiliegender, nicht eingewickelter Glaskolben.

Der Apparat wird 2½ Stunden angeheizt, hierbei ist die Temperatur bis auf 98°C. gestiegen.

Um 1 Uhr werden obige Objecte in den Apparat hineingepackt, wobei die Temperatur durch Oeffnen der Thüren auf 86°C. fällt.

Die Desinfectionsobjecte bleiben nun 3 Stunden und 10 Minuten in dem Ofen bei constanter Einwirkung heisser Luft zwischen 92° C. und 100° C., wobei in den letzten beiden Stunden die Temperatur stets zwischen 98° C. und 100° C. sich hielt.

Resultat des Versuches: Nach Eröffnung des Ofens zeigt das frei am Deckel des Ofens hängende Maximalthermometer 106½° C. — Die Maximalthermometer im Innern der eingelegten Desinfectionsobjecte ergaben der Reihe nach 73° C.; 35° C.; 49° C.; 52° C.; 54° C. — Die angestellten Culturversuche mit den im Ofen gewesenen Milzbrandobjecten sind ganz übereinstimmend positiv ausgefallen. In allen 18 Uebertragungen auf feste Nährgelatine war meist am folgenden, selten erst am zweiten Tage eine sehr reichliche Entwicklung langer hyaliner Milzbrandfäden zu Stande gekommen.

Das Versuchsergebniss ist also auch in diesem nach anderem Princip erwärmten Apparate in derselben Weise sehr unbefriedigend ausgefallen, wie bei den beiden vorigen Versuchen. Allerdings war die im Schimmel'schen Apparate durch trockene Hitze erreichbare Maximaltemperatur niedriger als die Maximaltemperatur im Raetke'schen Apparate; sie war im Schimmel'schen Apparate nur auf 106½° C. zu bringen. Allein der Versuch in letzterem Apparate vervollständigt doch in sehr eclatanter Weise die aus Versuch V und VI gewonnene Erfahrung über das äusserst langsame und unzureichende Eindringen der trockenen Hitze in die Tiefe etwas umfangreicherer Desinfectionsobjecte. So hat hier die über 3stündige Einwirkung heisser Luft von 100° C. in der Mitte des Ballens von 10 oder 5 zusammengerollten wollenen Decken nur eine Temperatur von 35° C. resp. 49° C. hervorbringen können. Die höchste überhaupt erreichte Temperatur im Strohsack, d. h. dem am wenigsten Widerstand leistenden Object, betrug auch nur 73° C.

• Dass bei diesen Temperaturen in keinem Falle eine Tödtung der im Innern der Beutel verpackten Milzbrandsporen zu Stande gekommen ist, ist selbstverständlich. Hervorheben will ich aber noch besonders, dass auch die in dem kleinen frei liegenden Glaskölbchen befindlichen Milzbrandsporen, die also der vollen Hitze einwirkung von 100° C. über 3 Stunden

ausgesetzt waren, in ihrer Entwicklungsfähigkeit durchaus nicht gehindert worden sind.

### Schlussbemerkungen.

In den vorstehenden 7 Versuchsreihen ist die desinficirende Leistungsfähigkeit heisser Luft allein in 2 nach verschiedenen Erwärmungsprincipien construirten Desinfectionsapparaten geprüft worden.

Als sporenfreie Versuchsobjecte hatten für diese Desinfectionsöfen gedient *Micrococcus prodigiosus*, *Bacterium termo*, *Bacillus subtilis*, Milzbrandbacillen von Thieren, die wenige Stunden zuvor an Impfmilzbrand gestorben waren, sowie frische Hefe und Sarcine; als sporenhaltiges Material waren die resistenten Milzbrandsporen, an Seidenfäden angetrocknet, zur Verwendung gekommen.

Das Resultat dieser Versuche war, dass die Vernichtung der sporenfreien Mikroorganismen gelungen ist durch eine 2stündige Einwirkung trockener Hitze von einer Temperatur zwischen 90°C. bis 120°C.

Das Versuchsergebniss aber mit den sporenhaltigen Mikroorganismen, von deren Vernichtung die Zulässigkeit einer Desinfectionsmethode für allgemeine practische Zwecke besonders abhängt, ist sehr ungünstig ausgefallen. Zwar sind die sporenhaltigen Mikroorganismen durch eine 3stündige Einwirkung trockener Hitze von annähernd 150°C. ja allerdings ebenfalls getödtet worden, aber das ist nur gelungen, wenn dieselben frei in dünnen Glaskölbchen in den Ofen gebracht waren, oder in einem Objecte von nur sehr mässiger Dicke verpackt waren (s. Vers. III u. IV).

Sobald aber der Umfang der zu desinficirenden Gegenstände etwas grösser war, oder andere schwierigere Verhältnisse vorlagen, d. h. die Gegenstände lose zusammengerollt, lose geschnürt oder durchfeuchtet in den Desinfectionsapparat kamen, reichte die desinficirende Kraft heisser Luft von über 140°C. im Apparat nicht hin, selbst bei einer 4½stündigen Einwirkung, um die sporenhaltigen Organismen im Innern der Objecte zu tödten (s. Vers. VI).

Diese Unfähigkeit der trockenen Hitze in genügender Weise

einzudringen in das Innere solcher Desinfectionsobjecte, die an Umfang nicht grösser sind, als die in praxi zur Desinfection eingelieferten Gegenstände (s. Vers. V, VI, VII) giebt dieser Desinfectionsmethode nur einen sehr beschränkten Werth; denn bei der Desinfection im Grossen, besonders aber zu Zeiten von Epidemien, ist es nicht möglich, die Desinfectionsobjecte jedes Mal so vorsichtig auszubreiten, dass dieselben nur ganz oberflächlich oder in dünnen Lagen von der heissen Luft getroffen werden.

Aus diesen Gründen sind die in sehr vielen Krankenhäusern, Gefängnissen u. s. w., wie oben bemerkt, noch jetzt existirenden Desinfectionsapparate, die auf dem Princip der Einwirkung trockener Hitze allein beruhen, unzulänglich. Es erscheint am besten, derartige Desinfectionsapparate gänzlich abzuschaffen, wenn es nicht möglich ist dieselben umzuändern, und durch solche zu ersetzen, in denen das desinficirende Princip heisser strömender Wasserdampf ist, wie aus den Versuchen in der nachfolgenden Abtheilung II hervorgeht.

Das obige Resultat in beiden Desinfectionsöfen befindet sich in voller Uebereinstimmung mit den Untersuchungen von Koch und Wolffhügel über die mangelhafte desinficirende Leistungsfähigkeit heisser Luft allein (s. Mitthl. aus dem Kais. Gesundheitsamte Bd. I, S. 301).

## II. Desinfection mit heissem Wasserdampf.

Nachdem wir uns an den vorstehenden Desinfectionsapparaten von der unzureichenden Wirkung der heissen Luft allein überzeugt hatten, unterzogen wir andere Desinfectionsapparate der Prüfung, die gleichzeitig ein anderes Desinfectionsprincip zur Anwendung brachten, nemlich das der Einwirkung heisser Wasserdämpfe auf die zu desinficirenden Gegenstände.

Bekanntlich ist der heisse strömende Wasserdampf anderweitig, insonders aber in der Arbeit von Koch, Gaffky und Loeffler, „Versuche über die Verwerthbarkeit heisser Wasserdämpfe zu Desinfectionszwecken“ (Mittheilungen aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte Bd. I S. 322) zu Desinfectionszwecken empfohlen und in letzterer Arbeit experimentell festgestellt wor-

den, dass Bacillensporen die Temperatur des siedenden Wassers resp. des heissen strömenden Wasserdampfes von  $100^{\circ}\text{C}$ . nur wenige Minuten überstehen können.

Allein die Versuche mit der Einwirkung strömenden Wasserdampfes auf Sporen, die nicht frei, sondern unter schwierigeren Verhältnissen, wie solche aber täglich in der Praxis vorkommen, sich befanden, also auf die Sporen, die in Waarenballen eingeschlossen waren, sind nur in sehr mangelhaft construirten Apparaten angestellt, worauf wiederholt in der betreffenden Mittheilung selbst hingewiesen worden ist. Demzufolge war es auch nur einmal gelungen, ein grösseres nach früheren Versuchen schwer zu bewältigendes Desinfectionsobject, eine Packleinewandrolle von 50 cm Länge und 40 cm Durchmesser in allen ihren Theilen zu desinficiren, und zwar gelang diese Desinfection nur mit Hülfe einer siedenden Kochsalzlösung, deren Dämpfe eine höhere Temperatur haben, als die aus reinem Wasser entwickelten Dämpfe.

Von diesem Gesichtspunkte aus erschien es zweckmässig, die Desinfectionsversuche mit dem heissen strömenden Wasserdampf zu wiederholen und zwar in für die Praxis geeigneten Apparaten und in grösserem Maassstabe, um so für eine ausge dehnte practische Anwendung eine gesicherte Grundlage zu haben.

Zunächst hat nun Merke (s. Eulenberg's Vierteljahrschrift f. gerichtl. Med. Bd. XXXVII S. 85) in den im hiesigen städtischen Baracken-Lazareth ursprünglich für trockene Hitze eingerichteten beiden Desinfectionsapparaten Vorrichtungen getroffen, welche die Einführung von heissem strömenden Wasserdampf in die Apparate ermöglichten, und eine Reihe von Zahlenangaben gemacht über Temperaturen, die er bei Anwendung von heissem Dampf im Innern grösserer Desinfectionsobjecte in diesen Apparaten erhalten hat. Diese Zahlenangaben von meist  $100^{\circ}\text{C}$ . und darüber haben jedoch nur einen beschränkten Werth, da Culturversuche mit den angeblich desinficirten wollenen Decken, leinenen Beuteln u. s. w. gänzlich fehlen, bis auf einen einzigen Züchtungsversuch. Dieser eine Züchtungsversuch ist aber nicht ausreichend für eine so wichtige Frage, ganz abgesehen davon, dass die Beobachtungsdauer von höchstens 3 Tagen in diesem einen Versuche auch nicht hinreichend ist, und zwar deshalb

nicht, weil Sporen, auf die Desinfectionsmittel, also z. B. starke Hitze eingewirkt haben, und die noch nicht vollständig getödtet sind, eine Verzögerung ihrer Entwicklung erleiden und etwas später doch noch zur Keimung gelangen können. Ich habe aus diesem Grunde die Beobachtung, ob eine Entwicklung der zur Desinfection verwandten Organismen wirklich ausblieb, auf mindestens 10—12 Tage, meistens aber noch viel länger ausgedehnt.

Jedenfalls also gewinnt man aus den blossen Temperaturangaben von Merke ohne Weiteres keine Sicherheit, ob in der That eine Desinfection aller jener wollener Decken, leinener Beutel und sonstiger Effecten stattgefunden hat, die der Desinfection unterworfen worden sind, zumal es unserer Erfahrung nach Fälle giebt, bei denen das Thermometer im Innern von Ballen auf 100° C. und sogar darüber gestiegen sein kann, und dennoch eine Bakterienentwicklung stattfindet. Es sind letzteres solche Fälle, bei denen erst ganz gegen Ende des Versuches die Temperatur von 100° C. an den betreffenden Stellen erreicht wurde und die Hitze noch nicht lange genug einwirken konnte, um die hier befindlichen Sporen sämmtlich zu vernichten. Ein derartiger Fall findet sich auch z. B. in der oben citirten Arbeit S. 335. Zu beweisenden Desinfectionsversuchen sind also gleichzeitig mit den Temperaturangaben Culturversuche resp. Thierimpfungen nothwendig. —

Die Apparate, die wir nachfolgend der Prüfung unterzogen haben, waren sogenannte transportable Desinfectionsapparate, bei denen der Dampferzeuger sich entweder gleich an dem Desinfectionsapparate befand oder die den Dampf von Dampfkesseln entnahmen, welche gleichzeitig zu anderweitigem Betriebe dienten.

Die Herstellung solcher transportabler nicht allzu kostspieliger Desinfectionsapparate und die Prüfung auf ihre Leistungsfähigkeit ist um so dringlicher, als die wenigsten Communen im Stande sein werden oder geneigt, besondere Desinfectionshäuser mit so grossen Apparaten und stationärer Einrichtung zu erbauen, wie deren augenblicklich mehrere hier in Berlin in Angriff genommen werden.

2) Zunächst wurde als zweiter Apparat der Prüfung unter-



zogen der nach den Angaben von Merke von der Firma Schimmel & Comp. in Chemnitz construirte transportable eiserne Desinfectionsapparat. Derselbe besteht aus einem viereckigen Kasten aus Eisenblech mit doppelten Wandungen, die mit einem schlechten Wärmeleiter, Sägespännen, ausgefüllt sind. Ein im unteren Theil des Kastens befindliches abgeschlossenes Ringrohrsystem führt den Dampf zur Erzeugung trockener Hitze im Apparat hinzu, während ein darüber befindliches mit seitlichen Oeffnungen versehenes Rohr zur directen Einströmung des Wasserdampfes in den Kasten dient. Die Desinfectionsobjecte können in einem Wagen ausserhalb des Kastens verpackt und dann in den Apparat hineingeschoben werden. Bezüglich der näheren Beschreibung dieses Apparates verweisen wir auf die Mittheilung von Merke, l. c. S. 105, wo sich auch eine Abbildung des Apparates befindet.

Der Apparat beruht also auf dem Princip der Einwirkung heisser Wasserdämpfe zur Desinfection; die Construction desselben gestattet aber auch sowohl die gleichzeitige als isolirte Anwendung heisser Luft. Die Benutzung eines derartigen Apparates von 2 cbm Rauminhalt, der sich in dem hiesigen klinischen Institut für Geburtshülfe im Anschluss an die Dampfheizung der Anstalt befindet, ist mir von Herrn Geheimrath Schroeder bereitwilligst gestattet worden.

#### A. Versuche mit der combinirten Einwirkung von heissem Wasserdampf und heisser Luft.

Nachdem wir uns von der Leistungsunfähigkeit der heissen Luft allein auch in diesem Apparat überzeugt hatten (s. Abtheilung I, Versuch VII), wurde zunächst die combinirte Einwirkung von heissem Wasserdampf und trockener Hitze mit nachfolgender Ventilation des Apparates probirt, ein Verfahren, das vor der Anwendung heissen Wasserdampfes allein nach Merke den Vorzug haben sollte, die starke Durchfeuchtung der Versuchsobjecte und die ziemlich bedeutende Wasseransammlung auf dem Boden des Desinfectionsapparates zu verhindern.

#### Versuch I.

Am 2. December 1884 kamen folgende Gegenstände in den Apparat:

1) Zu unterst am Boden des Apparates ein Strohsack, 2 m lang, 73 cm breit, 17 cm hoch; Stroh und Ueberzug trocken. In die Mitte des Strohsackes wird ein Maximalthermometer hineingelegt und daneben 2 mit Watte verstopfte und ausgeglühte Glaskölbchen; in dem einen Glaskölbchen befinden sich vor 8 Tagen eingetrocknete Stückchen einer Vaccinepustel, in dem anderen Milzbrandsporen, die am 27. November an sterilisirten Seidenfäden angetrocknet worden waren.

2) Auf dem Strohsack liegt ein Ballen von 10 wollenen Decken an der der Thürseite des Ofens entgegengesetzten Wand. Die Decken sind in diesem Ballen, wie bei allen folgenden Versuchen, wo nicht besondere Bemerkungen gemacht sind, immer einmal der Länge nach zusammengelegt und dann fest zusammengerollt. Um das Eindringen der Hitze von den Enden her in das Innere des Ballens möglichst zu erschweren, wurde der Ballen sehr fest gewickelt und besonders an den Enden sehr fest zusammengeschnürt und ausserdem noch eine 11. wollene Decke um die Enden des Ballens so herumgeschnürt, dass der Zutritt der heissen Luft resp. des heissen Dampfes von hier aus nur durch das Gewebe der Decken möglich ist: Umfang des Ballens 1,50 m, Länge 1,03 m, Breitendurchmesser 64 cm, Höhendurchmesser 34 cm. In der Mitte des Ballens, also durch 10 Doppellagen der wollenen Decken gedeckt, liegt ein Maximalthermometer und daneben in einem Glaskölbchen wieder eingetrocknete Vaccinepustel, in dem anderen Seidenfäden mit den angetrockneten Milzbrandsporen, wie sub 1).

3) Ballen von 5 wollenen Decken, an den Enden ebenso fest geschnürt und von einer 6. wollenen Decke ebenso eingehüllt wie sub 2). Der Ballen hängt an der Decke mit einem eisernen Haken etwas nach hinten von der Mitte. Umfang des Ballens 1,08 m, Länge 89 cm, Breite 33 cm, Höhe 18 cm.

Im Innern des Ballens ein Maximalthermometer und 2 Glaskölbchen, das eine mit Milzbrandsporen an sterilisirten Seidenfäden imprägnirt, das andere mit Stückchen eingetrockneter Vaccinepustel versehen.

4) Leinener Beutel prall mit Leinewandlappen und zusammengelegten leinenen Laken gefüllt. In die Mitte des Beutels kommt in 3 vielfach zusammengelegte Laken eingewickelt das Maximalthermometer und die beiden Glaskölbchen mit Vaccineborke und Milzbrandsporen an Seidenfäden. Der Beutel wird oben fest umschnürt. Grösster Umfang des Beutels an der Stelle, wo die Glaskolben liegen, beträgt 1,42 m, Höhe 37 cm. Dieser Beutel hängt ebenfalls an der Decke und zwar dicht an der der Thüröffnung entgegengesetzten Wand des Ofens.

5) Sack mit trockener Jute, prall gefüllt an der Decke hängend, nach vorn von der Mitte des Ofens. Grösster Umfang des Sackes 1,04 m, Höhe 63 cm. In der Mitte ein Maximalthermometer und ein Glas mit Milzbrandsporen an Seidenfäden.

6) Ein Kölbchen mit Milzbrandsporen frei liegend auf dem Strohsack und zwar an der vorderen Thür des Ofens.

Nachdem die vorstehenden Gegenstände in den Ofen hineingepackt wor-

den sind, begann die Heizung des Apparates um 10 Uhr. 45 Min. bei einer Dampfspannung von  $2\frac{1}{2}$  Atmosphären, zunächst mit trockener Hitze; der Temperaturgang des an der Decke des Apparats befindlichen Thermometers, das erst von  $60^{\circ}$  C. ab anzeigt, war folgender:

11 Uhr 10 Min.	75 <sup>0</sup> C.
11 - 45 -	78 <sup>0</sup>
12 - 30 -	85 <sup>0</sup>
12 - 45 -	87 <sup>0</sup>
1 - — -	90 <sup>0</sup>
1 - 30 -	93 $\frac{1}{2}$ <sup>0</sup>
1 - 45 -	98 <sup>0</sup>
2 - 15 -	99 $\frac{1}{2}$ <sup>0</sup> .

Um 2 Uhr 15 Min. beginnt die Einleitung von directem Dampf neben trockener Hitze bei geschlossener Luftzuführungsöffnung und nicht ganz geschlossener Abzugsklappe.

2 Uhr 30 Min. 104<sup>0</sup> C.

2 - 45 - 115<sup>0</sup>

3 - — - 112<sup>0</sup> Die Abzugsklappe wird geöffnet.

3 - 15 - 110<sup>0</sup>

3 - 30 - 110<sup>0</sup>

3 - 45 - 109<sup>0</sup> Absperrung des directen Dampfes, Oeffnung der Ventilationsöffnungen, während die Heizspirale für trockene Hitze bis zum Schluss des Versuches weiter geheizt wird.

4 - — - 100<sup>0</sup>

4 - 15 - 97<sup>0</sup> Schluss des Versuches.

Resultat des Versuches. Der Versuch hatte im Ganzen 5 Stunden 30 Minuten gedauert, wovon der directe Dampf 1 Stunde 30 Minuten eingewirkt hatte. Nach der Eröffnung des Ofens zeigt das frei im Innern des Apparates und zwar in der Mitte der Decke aufgehängte Maximalthermometer  $118\frac{1}{2}^{\circ}$  C. Die wollenen Decken, Wäsche, Jute, Stroh fühlen sich sogleich nach Eröffnung des Ofens ziemlich trocken an, und zwar nicht blos an der Oberfläche, sondern auch im Innern der Beutel und Ballen.

Die Mikroorganismen in den Glaskölbchen, also die an Seidenfäden vor 5 Tagen angetrockneten Milzbrandsporen, sowie die vor 8 Tagen angetrockneten Vaccinepasteln wurden nun unter den bekannten Cautelen mit ausgeglühtem Platindraht auf feste Fleischwasserpeptongelatine gebracht und aus jedem Glaskolben 5 Culturpräparate angefertigt. — Das Resultat in Bezug auf die

Entwicklungsfähigkeit dieser verpackten Organismen sowie in Bezug auf den Stand der Maximalthermometer in der Mitte der Ballen ist folgendes:

1) Strohsack; Maximaltemperatur  $105^{\circ}\text{C}$ . Auf Nährgelatine eingetragene Vaccinestückchen, ebenso wie Milzbrandsporen ohne Entwicklung; vom 2. December 1884 bis 4. März 1885 beobachtet.

2) Ballen von 10 wollenen Decken; Maximaltemperatur  $105^{\circ}\text{C}$ .; Vaccine sowie Milzbrandsporen auf Nährgelatine keine Entwicklung bis zum 4. März 1885.

3) Ballen von 5 wollenen Decken; Maximaltemperatur  $105\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$ .; Vaccine und Milzbrandsporen auf Nährgelatine keine Entwicklung, controlirt bis zum 4. März 1885.

4) Leinener Beutel; weder Vaccine noch Milzbrandsporen bis zum 4. März 1885 zur Entwicklung gelangt.

5) Sack mit Jute; Maximaltemperatur  $104\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$ .; keine Entwicklung der Milzbrandsporen bis zum 4. März 1885.

6) Frei liegendes Glas; keine Entwicklung der Milzbrandsporen.

Der Erfolg in diesem Versuch war also ein vollkommener. Es war in keinem Falle, selbst nach 3monatlicher Beobachtung eine Entwicklung zu Stande gekommen der im Innern von theilweise sehr voluminösen Ballen versteckten Milzbrandsporen und Vaccineorganismen. Ich bemerke noch besonders, dass die Ballen selbst an sehr verschiedenen Stellen des Ofens vertheilt waren, sodass die desinficirende Wirkung im Ofen nicht etwa bloß auf eine Stelle beschränkt, sondern eine gleichmässige war.

Ganz anders gestalteten sich die Verhältnisse bei den Controlversuchen. Mit den nicht erhitzten, aber im Uebrigen ebenso behandelten Milzbrandsporen des obigen Versuches angestellte Impfungen ergaben in 7 Versuchen jedes Mal innerhalb 24—48 Stunden eine sehr lebhafte von den Seidenfäden ausgehende Vegetation mit den bekannten so charakteristischen vielfach verschlungenen Milzbrandfäden. Andererseits waren Impfungen bei Kindern mit 8 Tage alten eingetrockneten und dann aufgeweichten Vaccineborken wiederholt von den schönsten Impfpusteln gefolgt gewesen.

## Versuch II.

Dieser am 9. December 1884 angestellte Versuch war im Wesentlichen eine Wiederholung des ersten Versuches; nur in Bezug auf Dampfspannung und Abschluss des übrigen Betriebes lagen die Verhältnisse hier günstiger als im vorhergehenden Versuche. Im Versuch I war nämlich die Dampfspannung im Beginn des Versuches eine verhältnissmässig niedrige gewesen; dieselbe betrug nur  $2\frac{1}{2}$  Atmosphären, und andererseits konnte innerhalb der ersten 2 Stunden obigen Versuches der Betrieb der übrigen Einrichtungen der Entbindungsanstalt (Heizung der Wohnräume, Waschkessel, Badeeinrichtung u. s. w.) nicht unterbrochen werden, sodass der Desinfectionsapparat zwischen 11—1 Uhr verhältnissmässig wenig Dampf bekam. Erst von 1 Uhr ab wurde der Dampf für die übrigen Räume der Anstalt abgesperrt und gleichzeitig eine Dampfspannung von  $3-3\frac{1}{2}$  Atmosphären erreicht. Die ebengenannten Verhältnisse sind aber insofern bemerkenswerth, als sich dieselben Schwierigkeiten in Bezug auf Heizung der Apparate und Ausschluss des anderweitigen Betriebes häufig einstellen werden bei Desinfectionsapparaten, die nicht einen eignen Dampfkessel besitzen, sondern sich im Anschluss an die Dampfheizungen von Krankenanstalten, Brennereien, Fabrikanlagen u. s. w. befinden.

In Versuch II konnte also von Anfang an bei höherer Dampfspannung, 4 Atmosphären, begonnen und gleichzeitig der Dampfbetrieb für die andern Einrichtungen grösstentheils abgesperrt werden.

In den Desinfectionsofen kommen dieselben Gegenstände, von demselben Umfang wie im Versuch I; auch sind die Objecte ganz in derselben Weise im Ofen vertheilt. In der Mitte jedes Objectes liegen je ein Maximalthermometer und je 1 resp. 2 Glaskölbchen mit Milzbrandsporen oder mit eingetrockneter Vaccinepustel, die in diesem Versuche aber erst vor 3 Tagen eingetrocknet war.

Beginn des Versuches um 1 Uhr bei halb geschlossener Luftzuführungsöffnung und Abzugsklappe, zunächst mit Einleitung trockener Hitze.

Temperaturgang nach dem Thermometer an der Decke des Ofens:

1 Uhr 20 Min. 72° C.

1 - 30 - 77°

2 - — - 91°

2 - 15 - 95° bei annähernd  $4\frac{1}{2}$  Atmosphären Dampfspannung

2 - 30 - 96°

Um 2 Uhr 30 Min. wird, da die Heizung mit trockener Hitze keine Temperatursteigerung mehr bewirkt, neben der trockenen Hitze directer Dampf in den Apparat geleitet.

2 Uhr 45 Min. 112° C.

3 - — - 115°

3 - 15 - 117°

3 - 30 - 116°

3 - 45 - 115° Der Druck im Dampfkessel ist auf 3 Atmosphären gesunken.

4 - — - 113° Um 4 Uhr wird der directe Dampf abgesperrt, hierauf erfolgt unter Oeffnung von Luftzuführungs- und Abzugsklappe noch  $\frac{1}{2}$  stündiges Nachheizen mit indirectem Dampf.

4 - 15 - 107 $\frac{1}{2}$ °

4 - 30 - 107 $\frac{1}{2}$ ° Schluss des Versuches.

Resultat. Das frei im Innern des Ofens hängende Maximalthermometer stand nach Eröffnung des Ofens auf 125° C.

1) Strohsack; Stroh und Ueberzug trocken, Maximalthermometer 115° C. Auf Nährgelatine eingetragene Vaccine sowie Milzbrandsporen ergeben in je 3 Culturversuchen keine Entwicklung während einer Controle vom 10. December 1884 bis 4. März 1885.

2) Ballen von 10 fest zusammengeschnürten wollenen Decken. Die wollenen Decken waren beim Herausnehmen feucht, besonders in den inneren Lagen; an der Luft trockenen die freigelegten Deckenlagen jedoch schnell, während die bedeckten Lagen sich nach  $\frac{1}{2}$  Stunde noch feucht anfühlen. —

Maximaltemperatur 106° C.; auf Nährgelatine eingetragene Milzbrandsporen bleiben in 3 Culturproben ohne Entwicklung während derselben Beobachtungszeit wie sub 1).

3) Ballen von 5 wollenen Decken; Maximaltemperatur 104° C. Milzbrandsporen entwickeln sich in 4 Proben nicht.

4) Leinener Beutel prall mit Leinewand gefüllt; die Leinewand fühlte sich feucht an beim Herausnehmen des Beutels, trocknet aber schnell an der Luft.

Maximaltemperatur 103° C., Milzbrandsporen ohne Entwicklung wie oben.

5) Sack mit Jute feucht, namentlich in den inneren Schichten. Milzbrandsporen ohne Entwicklung während derselben Beobachtungszeit wie oben.

Auch in diesem Versuch, der im Ganzen  $3\frac{1}{2}$  Stunden gedauert hat, sind die Milzbrandsporen und die Vaccineorganismen durchweg vernichtet worden. Die directe Dampfeinwirkung hatte in diesem Falle wie in Versuch I ebenfalls  $1\frac{1}{2}$  Stunden gedauert, während der Versuch in toto 2 Stunden weniger gedauert hatte als der erste Versuch. Dieser Zeitunterschied kommt auf die geringere Einwirkung der trockenen Hitze beim Anheizen des Ofens. Die voluminösen Objecte, die wollenen Decken, Leinwand, Jute sind beim Herausnehmen aus dem Ofen in den inneren Schichten feucht; dieselben trockenen allerdings beim Ausbreiten schnell an der Luft. 2 gleichzeitig in den Ofen frei hineingehängte leinene Laken sind fleckenlos und trocken beim Herausnehmen.

### Versuch III.

Eine sehr wichtige Frage für die practische Verwerthbarkeit eines Desinfectionsapparates ist die Zeitdauer, die derselbe erfordert, um die Objecte zur Desinfection zu bringen. Zeitraubende Desinfectionsverfahren sind besonders bei grösseren Epidemien für die Praxis unbrauchbar. Es war deshalb von grosser Wichtigkeit zu erfahren, ob man in kürzerer Zeit als in Versuch I und II, also als in  $5\frac{1}{2}$  resp.  $3\frac{1}{2}$  Stunden oder, wenn man die directe Dampfeinwirkung allein in Betracht zieht, in kürzerer Zeit als in  $1\frac{1}{2}$  Stunden dasselbe Desinfectionsresultat zu erzielen im Stande sei.

Die Desinfectionsobjecte, die am 23. December 1884 zur Verwendung kommen, sind an Umfang und Art der Verpackung ganz dieselben geblieben, wie die in den früheren Versuchen benutzten; es kommt in diesem Versuch nur ausserdem noch ein Ballen aus wollenen Decken hinzu, der allseitig in eine doppelte Lage von sehr dichtem, glänzendem, schwer für Wasser durchlässigem Papier (Tauenpapier) eingeschlagen und dann fest verschnürt worden war. Dieser Ballen aus 3 der Länge nach dreifach zusammengelegten und dann zusammengerollten wollenen Decken bestehend hatte einen Umfang von 1,08 m, eine Länge von 55 cm, eine Breite von 36 cm und eine Höhe von 33 cm.

Der Versuch begann um  $1\frac{3}{4}$  Uhr bei 3 Atmosphären Dampfdruck mit Einleiten trockener Hitze bei geöffneten Klappen; um 2 Uhr 45 Min. betrug die Dampfspannung  $3\frac{3}{4}$  Atmosphären, um 3 Uhr 45 Min. 4 Atmosphären. Um 2 Uhr 55 Min. wird neben dem indirecten auch directer Dampf zugelassen und zwar während 1 Stunde 5 Min. Darauf wird von 4 Uhr ab, unter gleichzeitiger Ventilation, mit trockener Hitze noch 20 Minuten nachgeheizt.

Der am Deckelthermometer beobachtete Temperaturgang ist folgender:

2 Uhr	—	Min.	69° C.	
2	-	15	-	71°
2	-	30	-	81°
2	-	45	-	84°
2	-	55	-	89°
3	-	—	-	100°
3	-	15	-	109°
3	-	30	-	109°
3	-	45	-	109°
4	-	—	-	105°
4	-	20	-	94°

Schluss des Versuches.

Ergebniss der Maximalthermometer und der Culturproben. Das frei im Innern des Ofens hängende Maximalthermometer zeigt 112° C.

1) Strohsack; Stroh feucht, Maximaltemperatur 105° C. Vaccinepustel (vor 64 Stunden angetrocknet) sowie Milzbrandsporen auf Nährgelatine übertragen sind ohne Entwicklung geblieben während einer Beobachtungszeit vom 24. December 1884 bis 4. März 1885.

2) Ballen von 10 wollenen Decken; die wollenen Decken dampfen bei der Herausnahme, besonders die inneren Lagen. Maximaltemperatur 104° C.; 3 Culturproben von Milzbrandsporen ohne Entwicklung in derselben Zeit wie oben.

3) Ballen von 5 wollenen Decken; Maximaltemperatur 105° C. Milzbrandsporen in 3 Culturproben völlig steril innerhalb 9 Wochen.

4) Leinene Beutel; Leinwand im Innern des Beutels feucht. Maximaltemperatur 103° C. Milzbrandsporen getödtet in 3 Culturproben.

5) Sack mit Jute; Jute fühlt sich feucht an. 3 Culturproben von Milzbrandsporen ohne Entwicklung in derselben Zeit wie oben.

6) Ballen mit Tauenpapier umwickelt; das Papier fühlt sich nach der Herausnahme des Ballens ganz trocken an, die eingeschlagenen wollenen Decken dampfen und fühlen sich feucht an, trockenen aber schnell an der Luft. Maximaltemperatur 107½° C.; 3 Culturproben von Milzbrandsporen völlig steril geblieben innerhalb 9 Wochen.



Die Controlversuche mit den zu obigen Versuchen gebrauchten aber nicht desinficirten Milzbrandsporen ergaben jedes Mal nach 2—4 Tagen Entwicklung von langen Milzbrandfäden. Ein Meerschweinchen und eine Maus mit den nicht desinficirten Fäden subcutan geimpft starben, und zwar die Maus nach 24 Stunden, das Meerschweinchen nach 3 Tagen an Milzbrand.

Auch in diesem Versuche, der im Ganzen nur 2 Stunden und 35 Minuten gedauert hatte, war die Sterilisirung der Milzbrandsporen und Vaccineorganismen innerhalb der Objecte eine vollständige gewesen. Berücksichtigt man nur die Einwirkung des directen Dampfes, so war die Desinfection in 1 Stunde 5 Minuten erreicht, also in 25 Minuten weniger als in den früheren Versuchen. Die Feuchtigkeit der Objecte ist nur eine mässige, dieselben trockenen ziemlich schnell an der Luft.

#### Versuch IV und V.

In diesen Versuchen ist die Zeitdauer, namentlich der Einwirkung des directen Dampfes, noch weit mehr verkürzt worden als in den bisherigen Versuchen. Es wurde in diesen Versuchen IV und V zeitlich ganz nach der Methode der Desinfection verfahren, wie sie früher in der hiesigen Entbindungsanstalt geübt wurde. Zunächst wurde 1—1½ Stunden mit indirectem Dampf geheizt, wodurch der Apparat eine Temperatur von annähernd 90° C. oder auch etwas darüber erreicht, dann wurde nur 15—20 Minuten directer Dampf neben dem indirecten in den Apparat gelassen und schliesslich nach Absperrung des directen Dampfes noch etwa ¼ Stunde unter gleichzeitiger Ventilation mit indirectem Dampf nachgeheizt.

#### Versuch IV, angestellt am 12. December 1884.

Dieselben Desinfectionsobjecte von demselben Umfang, wie in den bisherigen Versuchen, sind zur Verwendung gekommen. Um 2 Uhr beginnt der Versuch mit Einleitung trockener Hitze bei halb offener Luftzuführungs- und Abzugsklappe; beim Beginn des Versuches 3 Atmosphären Dampfspannung und Absperrung des übrigen Betriebes. Um 3 Uhr 10 Min. wird 20 Minuten lang directer Dampf zugeführt bei geschlossener Luft- und Abzugsklappe. Dampfspannung 4 Atmosphären. Um 3 Uhr 30 Min. wird der directe Dampf abgesperrt und noch 15 Minuten mit indirectem Dampf bei geöffneten Klappen nachgeheizt.

## Temperaturgang am Deckelthermometer:

2	Uhr	35	Min.	64°	C.
2	-	50	-	79°	
3	-	—	-	82°	
3	-	10	-	85°	
3	-	15	-	105°	
3	-	30	-	112°	
3	-	45	-	104°	Schluss des Versuches.

Resultat. Das an der Decke frei hängende Maximalthermometer im Innern des Ofens ergibt 119° C. Die Temperaturen im Innern der Desinfectionsobjecte waren im Strohsack 104° C.; in dem Ballen von 10 wollenen Decken 101° C.; in dem Ballen von 5 wollenen Decken 103° C. Stroh, wollene Decken, Wäsche in dem leinenen Beutel, sowie Jute fühlen sich beim Herausnehmen aus dem Ofen feucht an, trockenen aber beim Ausbreiten innerhalb  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$  Stunde an der Luft.

Die Prüfung der Milzbrandsporen, die entweder frei oder in der Mitte obiger Objecte gelegen hatten, ergab folgende Resultate. Die Milzbrandsporen in einem freiliegenden Glaskölbchen, sowie die im Strohsack und in dem Ballen von 5 wollenen Decken befindlichen Sporen sind, wie 9 Culturversuche übereinstimmend ergeben haben, vernichtet worden; es ist auch keine Entwicklung anderer Organismen innerhalb 9 Wochen eingetreten. Anders stellten sich die Verhältnisse in den übrigen Desinfectionsobjecten. Es ist allerdings auch hier in keinem Falle eine Entwicklung der Milzbrandsporen eingetreten, aber eine andere Art von Organismen hat sich wiederholt nach Uebertragung der Seidenfäden, die im Ofen gewesen waren, in der Nährgelatine entwickelt. Bei den aus dem Ballen von 10 wollenen Decken verimpften Seidenfäden trat nemlich von 3 Culturproben in 2 Fällen im Laufe des 4. Tages eine Trübung um den eingelegten Seidenfaden auf. Die Gelatine war verflüssigt, und mikroskopisch fanden sich in dieser Trübung nur kurze einfache oder doppelte Stäbchen, die namentlich bei Wasserzusatz eine sehr lebhafte Eigenbewegung zeigten und der Art entsprechen, die man *Bacillus subtilis* benennt. Wiederholte Uebertragungen dieser Bacillen in andere Nährgelatine ergaben stets immer wieder nur dieselben lebhaft beweglichen kurzen Stäbchen, während die so charakterisch wachsenden langen Milz-

brandfäden stets vermisst wurden. Auch bei der Prüfung der Seidenfäden aus dem leinenen Beutel und dem Sack mit Jute stellte sich die Sache ebenso. Hier ist ebenfalls in den Culturproben nie eine Entwicklung von Milzbrandfäden gesehen worden, wohl aber in je einer Probe aus dem leinenen Beutel und der Jute, das eine Mal nach Ablauf des zweiten Tages, das andere Mal nach Ablauf des dritten Tages dieselbe Trübung und Verflüssigung der Gelatine um den Faden herum und dieselbe Entwicklung von Bakterien mit den lebhaften Eigenbewegungen beobachtet, wie im obigen Ballen von 10 wollenen Decken. — 2 Controlversuche mit Seidenfäden, die nicht im Ofen gewesen waren, auf Nährgelatine ergaben nach 2 Tagen jedes Mal eine von den Seidenfäden ausgehende Entwicklung reichlichster langer Milzbrandfäden, daneben aber auch denselben lebhaft beweglichen Bacillus, den wir, wie eben beschrieben, bei den im Ofen gewesenen Proben beobachtet haben.

#### Versuch V.

Dieser am 5. Januar 1885 angestellte Versuch hatte den Zweck, die in No. IV gewonnenen Erfahrungen über die Einwirkung heissen Wasserdampfes von nur 20 Minuten noch einmal zu controliren.

Die Versuchsanordnung, die Beutel und Ballen waren also wieder ganz dieselben wie sub IV; ebenso wurden dieselben sporenhaltigen Seidenfäden benutzt wie in Versuch IV, welche aber von einem anderen Material herstammten, als das in Versuch I—III und bei allen späteren Versuchen gebrauchte.

Beginn des Versuches 1 Uhr bei  $2\frac{1}{2}$  Atmosphären Dampfspannung mit Einleiten trockener Hitze bis 2 Uhr 35 Min., alsdann wurde bei geschlossenen Luftklappen gleichzeitig neben dem indirecten auch directer Dampf während 20 Minuten eingeleitet. Um 2 Uhr 55 Min., zu welcher Zeit die Dampfspannung 3 Atmosphären betrug, wurde der directe Dampf wieder abgesperrt und unter Oeffnung sämtlicher Luftklappen 15 Minuten mit trockener Hitze nachgeheizt.

Die Temperaturen am Deckelthermometer sind folgende:

1	Uhr 45 Min.	71° C.
2	- - -	76°
2	- 15 -	78°
2	- 30 -	90°
2	- 35 -	92°
2	- 45 -	113°
2	- 55 -	113°
3	- 10 -	98°

Schluss des Versuchs.

Resultat: Die Versuchsdauer war im Ganzen 2 Stunden und 10 Minuten. Der directe Dampf hatte nur 20 Minuten eingewirkt.

Stand des frei hängenden Maximalthermometers im Innern des Ofens  $120^{\circ}\text{C.}$ ; in der Mitte des Strohsackes  $104^{\circ}\text{C.}$ ; im Ballen von 10 wollenen Decken  $99^{\circ}\text{C.}$ ; im Ballen von 5 wollenen Decken  $104^{\circ}\text{C.}$ ; im leinenen Beutel  $103^{\circ}\text{C.}$ ; im Sack mit Jute  $103^{\circ}\text{C.}$  — Die Feuchtigkeitsverhältnisse der Objecte wie sub Versuch IV.

Die Culturversuche mit den in der Mitte obiger Gegenstände verpackten milzbrandsporenhaltigen Seidenfäden lieferten folgende Resultate: Vollkommen sterilisirt sind die Seidenfäden aus dem Strohsack, dem leinenen Beutel, dem Sack mit Jute, sowie schliesslich aus einem Glaskölbchen, das frei im Ofen gelegen hatte. In allen diesen Fällen kam eine Entwicklung weder von Milzbrandbacillen, noch von sonstigen Organismen zu Stande bei je 3 Culturproben aus jedem Gegenstande. Auch in den beiden übrigen Objecten, in dem Ballen von 10 wollenen Decken, sowie in dem Ballen von 5 wollenen Decken ist eine Entwicklung von Milzbrandfäden nicht zur Beobachtung gelangt, wohl aber sind wiederum wiederholt ganz dieselben beweglichen Bacillen wie in Versuchsreihe IV gesehen worden. In dem Ballen von 10 wollenen Decken war von 3 angestellten Culturen in einer Culturprobe nach Verlauf von 2 Tagen, in einer andern nach Verlauf von 5 Tagen die Gelatine um den Seidenfaden verflüssigt und mit kurzen lebhaft beweglichen Bacillen erfüllt. Ganz dieselbe Entwicklung fand auch in einer Culturprobe, die aus dem Ballen von 5 wollenen Decken herstammte, nach Verlauf von 3 Tagen statt.

Die beiden Versuche IV und V, in denen also die Einwirkung des directen Wasserdampfes auf 20 Minuten herabgesetzt worden war, zeigen die gemeinsame und sehr bemerkenswerthe Thatsache, dass die Milzbrandsporen allerdings in allen Objecten innerhalb dieser Zeit vernichtet worden sind, dass dagegen eine andere Bacillenart, kurze, dicke, lebhaft bewegliche Bacillen wiederholt in den Culturproben zur Entwicklung gelangt sind. Ein etwaiges zufälliges nachträgliches Hineingelangen dieser allerdings sehr verbreiteten Bacillen oder ihrer Sporen in die mit den Seidenfäden

geimpften Culturproben erscheint ausgeschlossen, einmal weil weder in den bereits mitgetheilten noch in den folgenden Versuchen eine Entwicklung dieser Bacillen in den Culturen jemals gesehen wurde, wenn der heisse Wasserdampf längere Zeit als 20 Minuten eingewirkt hatte, und zweitens, weil in den Versuchen IV und V, in denen diese Bacillen zur Beobachtung gelangt sind, die Entwicklung dieser Bacillenart jedes Mal in demselben Object am häufigsten aufgetreten war, nemlich in dem Ballen von 10 wollenen Decken, also in dem grössten und am schwersten zu desinficirenden Object, das auch die niedrigsten Temperaturen im Innern ergeben hatte. Diese Vernichtung der Milzbrandsporen einerseits und dennoch die Entwicklung einer anderen Bacillenart andererseits in unsern Versuchen zeigt eine gewisse Analogie mit ähnlichen Ergebnissen in der oben citirten Arbeit von Koch, Gaffky und Loeffler. Hier verhielten sich die Sporen verschiedener Bacillenarten in Bezug auf ihre Vernichtung ebenfalls zeitlich etwas verschieden gegenüber dem strömenden Wasserdampf von  $100^{\circ}\text{C}$ . Die Sporen der Gartenerde, die von ausgetrockneten Erdpartikelchen eingeschlossen sind, wurden in einem Versuch erst nach 15 Minuten langer Einwirkung von heissem Wasserdampf vernichtet, während die in einer dünnen Lage an einem Seidenfädchen angetrockneten Milzbrandsporen unter denselben Versuchsbedingungen bereits nach 5 Minuten getödtet wurden. Die Hülle von eingetrockneter Erde, die die Sporen umgab und die erst von heissem Wasserdampf aufgeweicht werden musste, bevor die eingeschlossenen Sporen selbst von der Hitze getroffen werden konnten, hatte also genügt, trotz der sehr günstigen Versuchsbedingungen für die Einwirkung des heissen Wasserdampfes, um eine Verzögerung der Desinfection von 10–15 Minuten zu bewirken, gegenüber den Milzbrandsporen, die nur in einer ganz dünnen Lage an einem Seidenfädchen angetrocknet waren.

Aehnlich liegt die Erklärung in unseren Versuchen IV und V, und ist diese Erklärung umsomehr zulässig als hier der heisse Wasserdampf noch viel schwierigere Verhältnisse als in den Versuchen von Koch vorfand, nemlich voluminöse Beutel und Ballen durchdringen musste, ehe er die sporenhaltigen Seidenfäden treffen konnte. Ich muss nun zunächst bemerken, dass

Seidenfäden, die nicht weiter desinficirt worden sind, sondern so benutzt, wie sie im Handel vorkommen, an ihrer Oberfläche und in ihren inneren Schichten die Sporen von verschiedenen Bacillenarten enthalten, darunter auch sicher die Sporen des *Bacillus subtilis*, wie ich wiederholt bei Eintragungen derartiger Seidenfäden in Nährgelatine gesehen habe. Wir haben nun stets bei unseren Versuchen die Seidenfäden, ehe sie weiter gebraucht wurden, also ehe sie z. B. mit den Milzbrandsporen imprägnirt wurden, durch  $1\frac{1}{2}$ —2ständiges Erhitzen auf  $150^{\circ}$  C. sterilisirt, um die den Seidenfäden selbst anhaftenden Mikroorganismen vorher zu vernichten. Das ist auch stets gelungen; es ist aber wohl möglich, dass in unseren mit einem andern Material angestellten Versuchen IV und V obige Vorsicht einmal ausser Acht gelassen und die Seidenfäden vor der Imprägnirung mit den Milzbrandsporen einmal nicht hinreichend lange, also nicht  $1\frac{1}{2}$ —2 Stunden sterilisirt wurden. Alsdann erklärt sich der Befund in diesen Versuchen in sehr einfacher Weise. Die 20 Minuten lange Einwirkung des strömenden Wasserdampfes z. B. auf den Ballen von 10 wollenen Decken hatte in letzteren Versuchen IV und V gerade noch genügt, um die an den Seidenfäden oberflächlich angetrockneten Milzbrandsporen zu tödten, während die im Innern der Seidenfäden befindlichen und letzteren selbst angehörigen andersartigen Bacillensporen, die noch ausserdem durch die angetrocknete Hülle der Milzbrandsporenhaltigen Flüssigkeit geschützt waren, nicht genügend lange von dem heissen Wasserdampf getroffen worden sind, um ebenfalls überall vernichtet zu werden.

Wir hatten oben darauf hingewiesen, dass es von grossem practischen Interesse sei, die untere Grenze der Zeitdauer zu bestimmen, die noch ausreicht, um grössere Objecte in allen ihren Theilen zu desinficiren. Aus den obigen Versuchen IV und V geht hervor, dass 20 Minuten lange Einwirkung strömenden Wasserdampfes von  $100^{\circ}$  C. nicht genügt, um grössere Objecte vom Umfang von 1,50 m bis herab auf 1,04 m, also die von uns gebrauchten Ballen von 5 und 10 wollenen Decken, sowie die Beutel mit Leinwand und Jute in allen ihren Theilen sicher zu desinficiren. Nur die dünnen nicht umfangreichen Objecte, also der Strohsack, sowie die im Ofen frei

liegenden Glaskölbchen sind übereinstimmend in beiden Versuchen durch eine 20 Minuten lange Einwirkung heissen Wasserdampfes vollständig desinficirt worden.

Daraus ergibt sich die Vorschrift, dass man Objecte, die in der kurzen Zeit von 20 Minuten mit heissem Wasserdampf desinficirt werden sollen, nicht zu grösseren Packeten zusammenrollen, schnüren oder zusammendrücken darf, sondern einzeln aufhängen, vorsichtig ausbreiten und in dünnen, lockeren Lagen in den Apparat hineinbringen muss. Auf die Schwierigkeiten, die der sorgfältigen Durchführung dieser Vorschrift aber in praxi namentlich bei Massendesinfectionen entgegenstehen und die deshalb diese Methode der kurz dauernden Einwirkung heissen Wasserdampfes nicht allgemein practisch durchführbar erscheinen lassen, kommen wir noch weiter unten zurück.

#### Versuch VI.

In diesem am 10. December 1884 angestellten Versuch werden für die Einwirkung des heissen Wasserdampfes noch besonders erschwerende Verhältnisse hergestellt, insofern, als der Ofen so voll gepackt wird, dass die freie Circulation des Dampfes im Innern des Apparates dadurch wesentlich behindert werden musste. Unsere Absicht war zu sehen, ob auch unter diesen Verhältnissen der heisse strömende Wasserdampf die Desinfection zu erreichen vermag. Es kommen deshalb in den Desinfectionsapparat ausser den bisherigen Objecten, die in ganz derselben Vertheilung, wie in den früheren Versuchen sich befinden, noch 4 Strohsäcke, die hinein gepresst werden müssen, und ferner werden überall da, wo freie Stellen sich befinden, wollene Decken in den Ofen hineingestopft.

Der Versuch beginnt bei  $3\frac{1}{2}$  Atmosphären Dampfspannung mit trockener Hitze, durch die der Apparat innerhalb 1 Stunde und 5 Minuten auf  $95^{\circ}$  C. erwärmt worden ist. Um 1 Uhr 20 Minuten wird bei geschlossenen Klappen directer Dampf neben dem indirecten zugelassen und zwar gerade 3 Stunden lang. Alsdann wird der directe Dampf abgesperrt und bis 5 Uhr unter Öffnung sämmtlicher Klappen ventilirt mit trockener Hitze.

Temperaturen am Deckelthermometer:

12 Uhr 30 Min.	$74^{\circ}$ C.	1 Uhr 45 Min.	$110^{\circ}$ C.	3 Uhr — Min.	$110^{\circ}$ C.
12 - 45 -	$80^{\circ}$	2 - — -	$110^{\circ}$	3 - 30 -	$112^{\circ}$
1 - — -	$88^{\circ}$	2 - 15 -	$111^{\circ}$	4 - — -	$112^{\circ}$
1 - 20 -	$95^{\circ}$	2 - 30 -	$111\frac{1}{2}^{\circ}$	4 - 20 -	$107^{\circ}$
1 - 30 -	$113^{\circ}$	2 - 45 -	$113^{\circ}$		

Nach Absperrung des directen Dampfes sinkt die Temperatur während der Ventilation bis 5 Uhr auf 90° C. Schluss des Versuches.

Resultat: Der Versuch hatte also im Ganzen 4 $\frac{3}{4}$  Stunden gedauert, wobei 3 Stunden directer Dampf eingewirkt hatte. Das Resultat war ein ausserordentlich günstiges. Das frei im Innern an der Decke des Ofens hängende Maximalthermometer ergab eine Temperatur von 111° C.; die Maximalthermometer im Strohsack 108° C.; in dem Ballen von 10 wollenen Decken 104° C.; im Ballen von 5 wollenen Decken 109° C.; im leinenen Beutel 104° C.; im Sack mit Jute 107° C. —

13 Culturversuche, die mit den in der Mitte der verschiedenen Objecte vertheilten Milzbrandsporen angestellt worden sind, ergaben sämmtlich Vernichtung der Milzbrandsporen. Trotz der erschwerenden Verhältnisse, d. h. der Erschwerung der freien Circulation des Dampfes in Folge der absoluten Vollstopfung des Ofens mit Desinfectionsobjecten hat der strömende heisse Dampf dennoch die Desinfection sämmtlicher Objecte bewirkt. Allerdings hatten wir den heissen Dampf zur Bewältigung dieser Massen 3 Stunden einwirken lassen, also länger als in allen andern Versuchen. Ob man nicht auch in kürzerer Zeit bei absoluter Verstopfung des Ofens zum Ziel gelangt sein würde, darüber haben wir keine weiteren Versuche angestellt.

#### B. Versuche mit der Einwirkung von directem heissem Wasserdampf allein.

Nach den bisherigen Versuchen hatte sich die Prüfung des Schimmel'schen Desinfectionsapparates zunächst auf die Wirkung heisser Luft allein bezogen; sodann ist in einer zweiten Versuchsreihe die combinirte Einwirkung von heissem Wasserdampf und heisser Luft geprüft worden. Wenn gleich nach diesen Versuchen fast mit Sicherheit geschlossen werden konnte, dass bei den erreichten Desinfectionsresultaten der heisse Wasserdampf allein das wirksame Agens gewesen war, so musste doch, um jeden Einwand zu heben, dieser Versuch mit heissem Wasserdampf allein noch direct gemacht werden, was in Versuch VII nachfolgend geschehen ist. Sodann suchten wir in Versuch VIII und IX noch eine andere, vom practischen Standpunkt aus sehr wichtige Frage zu beantworten, wie sich stark durchfeuchtete Objecte hin-



sichtlich ihrer Desinfectionsfähigkeit gegenüber dem heissen Wasserdampf verhalten.

#### Versuch VII. Einwirkung auf trockene Objecte.

Die bisher in allen früheren Versuchen (I—VI) gebrauchten Objecte kommen auch hier zur Anwendung. Ausserdem wird aber in diesem Versuch noch ein fast doppelt so umfangreiches Object, als bei allen bisherigen Versuchen in den Ofen hineingepackt. Das grösste Object war in den bisherigen Versuchen ein Ballen gewesen von 10 wollenen Decken und einer elften Umhüllungsdecke. In vorstehendem Versuch diente ausserdem noch ein Ballen von 20 wollenen Decken als Desinfectionsobject; der Ballen ist noch fester, besonders an den Enden geschnürt als die früheren Objecte und ausserdem mit 2 grossen wollenen Decken fest umhüllt, so dass das directe Eindringen des Dampfes in den Ballen von den Enden her nur durch das Gewebe der Decken möglich ist. Dieser Ballen hatten einen Umfang von 2,02 m, eine Länge von 1,10 m, einen Breitendurchmesser von 80 cm und eine Höhe von 50 cm.

Die genannten Objecte werden in ganz trockenem Zustande nach vorhergehender Anheizung des Ofens mittelst directen Dampfes auf 109° C. in den Ofen hineingepackt und gerade eine Stunde der Einwirkung des directen heissen Wasserdampfes allein ausgesetzt; ohne dass weder gleichzeitig noch nachher oder vorher trockene Hitze mit zur Einwirkung gekommen ist. — Die Temperatur am äusseren Thermometer ergab während dieser Stunde:

1 Uhr	5 Min.	107° C.
1	- 15	- 109°
1	- 25	- 111°
1	- 35	- 112°
1	- 45	- 110°
1	- 55	- 111°
2	- 5	- 112½° Schluss des Versuches.

Die Dampfspannung betrug etwa 3 Atmosphären während des Versuches, und der anderweitige Betrieb im Krankenhaus war nicht ganz ausgeschlossen.

Resultat: Nach Eröffnung des Ofens zeigt das frei hängende Maximalthermometer 116° C. — Die Maximaltemperaturen in den Desinfectionsobjecten selbst betrugen im Ballen von 11 wollenen Decken 104° C.; im Ballen von 5 wollenen Decken 103½° C.; im Sack mit Jute 103° C.; im Ballen von 22 wollenen Decken 104° C.; leinene Beutel und Strohsack waren ohne Thermometer geblieben. Die Impfversuche ergaben ein sehr günstiges Resultat. Von den in der Mitte der Ballen in Glaskölbchen verpackt gewesenen Seidenfäden mit angetrock-

neten Milzbrandsporen wurden 20 Impfungen auf Nährgelatine angefertigt; aus jedem Desinfectionsobject 2 resp. 3 Culturen. In keiner einzigen Cultur kommt eine Entwicklung weder von Milzbrandsporen noch anderen Organismen zu Stande im Laufe einer Beobachtungsdauer von mindestens 6 Wochen; während Controlimpfungen mit den nicht desinficirten Seidenfäden stets im Laufe des zweiten bis dritten Tages reichlichste Entwicklung langer Milzbrandfäden ergeben haben.

Es sind also sämmtliche trockene Gegenstände, darunter auch der voluminöse Ballen von 22 wollenen Decken nach einstündiger Einwirkung von directem heissem Wasserdampf allein vollständig zur Desinfection gelangt.

Von practischem Interesse sind noch die Feuchtigkeitsverhältnisse der im Apparat gewesenen Gegenstände. Die in den früheren Versuchen (I—VI) angewandte combinirte Einwirkung von trockener Hitze und heissem Wasserdampf sollte nach Merke vor der Anwendung des heissen Wasserdampfes allein den Vorzug haben, die übermässige Durchfeuchtung der Desinfectionsobjecte wie der Apparate zu verhindern. Diese störende Nebenwirkung des heissen Dampfes allein, soweit es die Desinfectionsobjecte betrifft, lässt sich sehr vermindern, wenn man so verfährt, wie in unserem letzten Versuch, dass man die Objecte erst in den Ofen bringt, nachdem derselbe mit directem Dampf auf über 100° C. durchheizt worden ist; es erfolgt dann nur eine mässige Condensation des Dampfes auf und in den Objecten. So z. B. waren die äusseren Lagen des Ballens von 22 wollenen Decken nach der einstündigen Einwirkung des Wasserdampfes nicht so feucht, dass aufgelegtes Filtrirpapier davon durchfeuchtet wurde. Je weiter nach innen, um so feuchter waren die Decken allerdings, aber die Feuchtigkeit ist auch hier nur eine sehr mässige, und selbst die feuchtesten Stellen sind nach  $\frac{1}{4}$  Stunde beim freien Liegen an der Luft ganz trocken geworden. In gleicher Weise ist auch die Leinwand und die Jute nur sehr mässig feucht und nach 10 Minuten beim Auseinanderrollen an der Luft ganz trocken. —

Wenn daher auch Apparate mit Vorrichtungen für gleichzeitige Einwirkung trockener Hitze und Ventilation ohne Zweifel vorzuziehen sind, so braucht man doch Vorrichtungen, die nur

für directen heissen Dampf zweckentsprechend eingerichtet sind, des blossen Trocknens der Gegenstände wegen nicht zu verwerfen, wenn man so verfährt, wie in unserem letzten Versuche geschehen. Hervorheben möchte ich noch, dass ein bei diesem, sowie bei dem folgenden Versuch in dem Ofen ausgebreitet hängendes weisses leinenes Laken bei der Herausnahme nach der einstündigen Dampfeinwirkung vollkommen trocken und absolut fleckenfrei geblieben ist, nach dem Urtheil verschiedener Anwesender, so dass auch das Fleckigwerden der Leinwand bei der Einwirkung von directem heissem Wasserdampf allein nicht immer zutrifft.

#### Versuch VIII und IX. Einwirkung auf feuchte Objecte.

Es ist bereits oben darauf hingewiesen, dass es vom praktischen Standpunkte aus eine sehr wichtige Frage ist, wie sich stark durchnässte Objecte hinsichtlich ihrer Desinfectionsfähigkeit dem heissen Wasserdampf gegenüber verhalten. Wäsche, wollene Decken, Kleidungsstücke von Kranken, grössere Ballen, die frei gelagert haben, werden nicht immer in trockenem Zustande zur Desinfection eingeliefert. Bei Apparaten, die gleichzeitig trockene Hitze entwickeln können, kann man ja vermittelt dieser zunächst die Objecte trocknen lassen; im andern Falle ist man aber auf den heissen Wasserdampf allein angewiesen; und es war deshalb sowohl als wegen der Zeitfrage überhaupt für uns von Wichtigkeit, die Wirkung des heissen Wasserdampfes allein auf stark durchfeuchtete Objecte zu prüfen und zu vergleichen mit der Leistungsfähigkeit desselben auf trockene Objecte, wie dieselben in Versuch VII angewandt worden waren.

Es wurden dieselben Gegenstände ganz in derselben Anordnung in den Apparat gebracht wie in Versuch VII, nachdem dieselben stark mit Wasser begossen resp. in Wasser eingetaucht worden waren. Die Durchfeuchtung ist, um sichere Schlussfolgerungen zuzulassen, in den Versuchen VIII und IX weiter getrieben, als dies in praxi wohl für gewöhnlich vorkommt. Der Strosack war in seiner ganzen Dicke nass; bei dem Ballen von 5 wollenen Decken mit einer 6. Umhüllungsdecke sind die 3 äusseren Decken mit Wasser begossen, die 3 inneren trocken geblieben; bei dem Ballen von 10 wollenen Decken mit einer 11. Umhüllungsdecke sind die 6 äusseren Decken total durchnässt, so dass Tropfen abfallen; bei dem Ballen von 20 wollenen mit 2 Umhüllungsdecken sind die äusseren 12 Decken stark durchnässt, nur die inneren 10 trocken geblieben.

Bei dem leinenen Beutel sowohl wie bei dem Sack mit Jute wird die in Wasser eingetauchte Leinwand resp. Jute allseitig in sehr dicker Schicht um eine trockene Mitte herumgepackt. —

Die Dimensionen der durchfeuchteten Objecte sind, da die stark durchnässten wollenen Decken, Leinwandstücke u. s. w. sich beim Schnüren fester auf einander drücken lassen als die trockenen, etwas kleiner ausgefallen, als die der betreffenden trockenen Gegenstände (siehe oben).

Nachdem der Apparat mit directem Dampf wiederum auf 109° C. angeheizt worden war, werden die Desinfectionsobjecte in den Ofen hineingepackt; darüber vergehen 10 Minuten, während welcher Zeit die Temperatur auf 84° C. sinkt. Sofort nach dem Einlegen der Desinfectionsobjecte wird der directe Wasserdampf eingeleitet, und zwar strömt der Dampf während des ganzen Versuches mit geringer Schwankung bei 3 Atmosphären Kesseldruck ein.

Die Temperaturen nach dem am Ofen aussen befindlichen Thermometer sind:

1 Uhr 40 Min.	101° C.	2 Uhr 30 Min.	108° C.
1 - 50 -	102°	2 - 40 -	109°
2 - — -	104°	2 - 50 -	110°
2 - 10 -	104°	3 - — -	110°
2 - 20 -	106°	3 - 10 -	108°

Schluss des Versuches.

Resultat: Der directe Wasserdampf ohne trockene Hitze hatte bei diesem Versuch im Ganzen 1½ Stunden eingewirkt. Das frei im Innern des Ofens hängende Maximalthermometer zeigt 104° C.; die Maximalthermometer in der Mitte des Jutesackes 103½° C.; des Ballens von 10 wollenen Decken 103½° C.; des Ballens von 22 wollenen Decken nur 90° C. Getödtet sind die Milzbrandsporen im Strohsack, im Ballen von 5 und 10 wollenen Decken, im leinenen Beutel, im Jutesack, sowie in einem frei liegenden Glaskolben. Von allen diesen Objecten werden je 3 Seidenfäden mit Sporen auf 3 Reagensgläschen Nährgelatine gebracht, und in keinem Falle innerhalb mindestens 6wöchentlicher Beobachtung ist eine Entwicklung irgend welcher Organismen zu Stande gekommen.

Anders liegen die Verhältnisse dagegen im Ballen von 22 wollenen Decken. In letzterem, in dem die Temperatur nur 90° C. erreicht hatte, ist im Laufe des 2. Tages in allen 3 Reagensgläsern unter Verflüssigung der Gelatine reichliche ungestörte Entwicklung schönster langer Milzbrandfäden vorhanden. Eine mit einem Seidenfaden, der in diesem Ballen gelegen hatte, inficirte Maus ist nach 2 Tagen todt an exquisitem Milzbrand.

Der vorstehende Versuch mit nassen Objecten hat also nur innerhalb gewisser Grenzen ein günstiges Resultat geliefert. Eine  $1\frac{1}{2}$ stündige Einwirkung von heissem Wasserdampf hatte also nur genügt, unsere weniger umfangreichen Objecte zu desinficiren. Hingegen war der Ballen von 22 wollenen Decken nicht desinficirt worden, wie die erfolgreichen Culturversuche und der Tod der Maus an Milzbrand nach der Impfung übereinstimmend ergeben haben.

Versuch IX, angestellt am 20. Januar 1885.

Der Zweck des vorstehenden letzten Versuches war der, zu sehen, ob es nicht doch gelingt, so grosse nasse Objecte, wie den Ballen von 22 wollenen Decken, welcher im vorigen Versuch durch  $1\frac{1}{2}$ stündige Einwirkung von heissem Wasserdampf nicht desinficirt worden war, bei längerer Einwirkung des letzteren zur Desinfection zu bringen.

Nachdem der Ofen mit directem Dampf wiederum auf  $100^{\circ}\text{C.}$  geheizt worden war, wird in denselben der stark durchfeuchtete und geschnürte Ballen von 22 wollenen Decken von demselben Umfang und ganz in derselben Weise befeuchtet wie im vorigen Versuche hineingebracht; ausserdem kommt der ebenso wie sub VIII angefeuchte Strohsack und leinene Beutel in den Ofen hinein.

Anfang des Versuches 1 Uhr — Min. Temp.  $100^{\circ}\text{C.}$

1 - 15 - -  $104^{\circ}$

1 - 30 - -  $104^{\circ}$

1 - 45 - -  $107^{\circ}$

2 - — - -  $113^{\circ}$

2 - 15 - -  $110^{\circ}$

2 - 30 - -  $109^{\circ}$

2 - 45 - -  $113^{\circ}$

3 - — - -  $112^{\circ}$  Schluss des Versuches.

Dampfspannung schwankt während des Versuches zwischen 3 und  $3\frac{1}{2}$  Atmosphären.

Resultat: Der directe heisse Wasserdampf allein hatte bei diesem Versuche im Ganzen 2 Stunden eingewirkt. Das im Inneren des Ofens frei hängende Maximalthermometer zeigt  $116^{\circ}\text{C.}$ ; der Strohsack  $105^{\circ}\text{C.}$  und der Ballen von 22 wollenen Decken in seiner Mitte  $101^{\circ}\text{C.}$  Sowohl das Stroh als die äusseren 12 wollenen Decken sind beim Herausnehmen aus dem Ofen noch ganz nass; auch die nicht ange-

feuchteten inneren 10 Decken des Ballens sind feucht und dampfen, so dass z. B. das Filtrirpapier, das zum Einwickeln des Maximalthermometers in der Mitte des Ballens gedient hatte, ganz nass ist.

Culturversuche mit den in der Mitte des Ballens von 22 wollenen Decken gewesenen Milzbrandsporen angestellt, sind dieses Mal sämmtlich negativ ausgefallen bei einer Beobachtungszeit von 6 Wochen; in Uebereinstimmung damit sind 2 Thierimpfungen mit ebendaher entnommenen Milzbrandsporen ohne Erfolg geblieben. — Ein Meerschweinchen und eine Maus, mit langen Stücken dieser Milzbrandsporenhaltigen Seidenfäden aus dem Ballen subcutan geimpft, bleiben 4 Wochen in Beobachtung und zeigen in dieser Zeit keinerlei Krankheitserscheinungen. Ich brauche nicht hervorzuheben, dass dieselben nicht desinficirten Milzbrandsporen Mäuse und Meerschweinchen, die in derselben Weise geimpft worden waren, in vielfachen Versuchen regelmässig nach 1—3 Tagen an Milzbrand tödteten.

Der Zweck vorstehenden Versuches, die Desinfection auch bei dem voluminösen nassen Ballen von 22 wollenen Decken durchzusetzen, ist also schliesslich vollkommen gelungen durch eine 2stündige Einwirkung von heissem Wasserdampf allein; eine 1½stündige Einwirkung des Wasserdampfes hatte nach Versuch VIII zur Desinfection dieses Ballens nicht genügt.

Ein Vergleich der Versuchsreihe VII, in dem nur trockene Objecte zur Desinfection verwandt wurden, mit Versuch VIII und IX, in dem dieselben Objecte aber in stark feuchtem Zustande dem heissen Wasserdampf allein ausgesetzt wurden, ist sehr bemerkenswerth. Man kann daraus den Widerstand erkennen, den die Durchnässung der Objecte der Desinfection entgegensetzte.

Die trockenen Objecte in Versuch VII waren sämmtlich nach einstündiger Einwirkung heissen Wasserdampfes nicht unter 100°C. allein vollständig zur Desinfection gebracht; bei den nassen Objecten wurde dieses Resultat allseitig erst nach doppelt so langer Einwirkung des heissen Wasserdampfes erreicht.

Für die practische Anwendung folgt aus diesem Ver-

gleich der letzten 3 Versuchsreihen also, dass im Allgemeinen nasse Objecte länger desinficirt werden müssen als trockene.

Zum Schluss hebe ich noch einmal die in vorstehenden Versuchen mit dem Schimmel'schen Desinfectionsapparat erhaltenen und für die Praxis in Betracht kommenden Resultate hervor. Der Apparat ist durch 10 Versuchsreihen geprüft worden. Die Prüfung hat sich zunächst bezogen auf die isolirte Einwirkung heisser Luft allein (s. Versuch VII, Abth. I). Das hierbei erhaltene Resultat ist in Bezug auf die erreichte Temperatur und demzufolge auch in Bezug auf die Desinfectionswirkung ein sehr ungünstiges gewesen. Selbst bei einer fast 6stündigen Heizung ist die Temperatur im Innern des Apparates nicht höher als auf  $106\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$ . gekommen, das Aussenthermometer hat in dieser Zeit nur vorübergehend  $100^{\circ}\text{C}$ . erreicht. Die desinficirende Kraft der höchsten im Apparat erreichbaren trockenen heissen Luft genügte selbst bei 3stündiger Einwirkung nicht einmal, um die nur in kleinen, freiliegenden Glaskölbchen befindlichen Milzbrandsporen zu tödten, geschweige denn die in Beuteln und Ballen verpackten Milzbrandsporen zu vernichten. Die Versuche zeigten also wiederum die mangelhafte desinficirende Leistungsfähigkeit heisser Luft allein.

In zweiter Reihe hat sich die Prüfung des Apparates auf die combinirte Einwirkung von heissem Wasserdampf und heisser Luft (Versuch I—VI) bezogen, undschliesslich ist die Wirkung von heissem Wasserdampf allein in diesem Apparat probirt worden. (Versuch VII—IX.)

Der Apparat hat sich als sehr leistungsfähig bewiesen bei diesen beiden Methoden der Einwirkung, die auf Ballen und Beutel von verschiedenem Material, von verschiedenem Umfang, öfters ganz erheblichen Dimensionen, und auf trockene und feuchte Stoffe stattgefunden hat. Dass das wirksame desinficirende Agens auch bei der combinirten Methode der directen heissen Wasserdampf allein ist, haben die Versuche VII—IX bewiesen.

Von besonderer practischer Wichtigkeit ist die Frage nach der Zeit der Einwirkung, die erforderlich ist bis zur sicheren Desinfection. Die hierüber angestellten Versuche haben für den

Schimmel'schen Ofen ergeben: Eine 15—20 Minuten lange Einwirkung directen Wasserdampfes von  $100^{\circ}\text{C}$ ., wie dieselbe geübt wird, genügt nicht, um grössere geschnürte und gestopfte Objecte vom Umfang von 1,50 m bis herab zu 1,04 m, also die von uns gebrauchten Ballen von 5 und 10 wollenen Decken, sowie die mit Leinwand und Jute gefüllten Beutel in allen ihren Theilen sicher zu desinficiren.

Nur die kleinen, wenig umfangreichen Objecte sind durch eine 20 Minuten lange Einwirkung heissen Wasserdampfes übereinstimmend vollständig desinficirt worden, also die frei im Ofen liegenden Glaskölbchen und der Strohsack, der nur 17 cm dick war (s. Versuch IV und V).

Dagegen brachte eine 1stündige Einwirkung heissen Wasserdampfes allein nicht unter  $100^{\circ}\text{C}$ . sämtliche ebengenannten im trockenen Zustand in den Ofen gepackten Objecte gleichzeitig zur Desinfection; ausserdem wurde aber noch ein viel grösseres Object, der fest zugeschnürte Ballen von 22 wollenen Decken mit einem Umfange von 2,02 m ebenfalls gleichzeitig durch die einstündige Einwirkung heissen Dampfes desinficirt (s. Vers. III und VII).

Durchnässte Objecte mussten im Allgemeinen länger desinficirt werden als trockene, wie der Vergleich der Versuche VII bis IX ergibt. So erforderte der voluminöse nasse Ballen von 22 wollenen Decken mit einem Umfange von 1,85 m bis zur vollkommenen Desinfection eine 2stündige Einwirkung heissen Wasserdampfes nicht unter  $100^{\circ}\text{C}$ . (s. Versuch IX), während derselbe Ballen in trockenem Zustande in einer Stunde durch heissen Wasserdampf desinficirt war (s. Versuch VII). Für weniger umfangreiche nasse Objecte, die aber doch mindestens das Volumen der gewöhnlich zum Desinficiren gebrachten hatten, also z. B. für den nassen Ballen von 5 wollenen Decken mit einem Umfange von etwas über 1 m, für den Beutel mit nasser Leinwand oder nasser Jute mit einem Umfang von 1,42 resp. 1 m genügte bereits eine  $1\frac{1}{2}$ stündige Einwirkung von directem heissen Wasserdampf nicht unter  $100^{\circ}\text{C}$ . zur Desinfection (s. Versuch VIII).

Die vorstehenden Erfahrungen mit dem Schimmel'schen Ofen sind an einem Mikroorganismenhaltigen Versuchsmaterial



gewonnen, das in jedem Falle aus Milzbrandsporen bestand, die an Seidenfäden angetrocknet waren; verschiedene Male kam eingetrocknete Vaccinepustel hinzu. Cholerabacillen sind in diesem Apparat nicht direct geprüft, weil ich Bedenken trug, unter den obwaltenden Verhältnissen derartiges Material in die Entbindungsanstalt einzubringen; doch unterliegt es keinem berechtigten Zweifel, dass bei den im Apparat erreichten Temperaturen einerseits und bei dem Fehlen von Sporen in den Kommabacillen andererseits, letztere hier ebenfalls getödtet werden.

3. Ein dritter Desinfectionsapparat, den wir der Prüfung unterzogen haben, ist der Bacon'sche transportable Desinfectionsapparat zur gleichzeitigen Einwirkung von trockener Hitze und Wasserdampf. Dieser Apparat hat vor dem sub 2) besprochenen Schimmel'schen Apparat den grossen Vortheil, dass der Dampferzeuger gleich einen integrirenden Theil des Desinfectionsapparates bildet. Der Schimmel'sche Apparat ist nur an solchen Orten aufzustellen, an denen sich bereits Dampfkessel zu anderen Zwecken befinden, die den zur Speisung des Desinfectionsapparates nöthigen Dampf abgeben können, aber wo ein Dampfkessel nicht bereits zur Verfügung steht, ist letzterer als besonderer Apparat mitzuführen. Der Bacon'sche Apparat, bei dem der Dampferzeuger sich also gleich mit dem Desinfectionsapparat in Verbindung befindet, und der ausserdem auf einem fahrbaren Gestell steht, eignet sich daher im eigentlichen Sinne als transportabler.

Auch das angewandte Erwärmungsprincip für die trockene Hitze macht den Bacon'schen Apparat leichter transportabel. Der wesentliche Unterschied nach dieser Richtung hin zwischen dem Schimmel'schen und dem Bacon'schen Apparat ist der, dass beim Schimmel'schen Apparat die Heizfläche, welche für sich die zur Verhinderung der Condensation der Wasserdämpfe erforderliche trockene Hitze zu erzeugen vermag, durch Dampf von relativ geringer Spannung gespeist wird — daher ein viel grösserer Dampferzeuger erforderlich und eventuell zu transportiren ist als bei dem Bacon'schen Apparat.

Bei dem letzteren kann die zur trockenen Erhitzung des Apparates nothwendige Heizfläche viel kleiner sein deshalb, weil sie von einer relativ hohen Temperatur ist — und daher ist

der ganze Apparat leichter transportabel. Diese hohe Temperatur wurde bei der früheren Construction des Bacon'schen Apparates erreicht durch enge, sehr starkwandige, zum Theil mit Wasser gefüllte, luftleer gemachte und an beiden Enden durch Schweissung hermetisch geschlossene schmiedeeiserne Röhren, in denen durch Erwärmung auf über 300°C. überhitzter Dampf erzeugt wird, während nach der neueren Construction die Flamme direct durch gerippte gusseiserne Röhren hindurchschlägt, die sich innerhalb des Apparates befinden. Diese neuere Construction hat noch den Vorzug vor der alten, dass jetzt trockene Hitze und Dampf unabhängig von einander erzeugt werden können.

Die Anwendung von transportablen Desinfectionsapparaten kommt besonders in Frage auf dem Lande, in Dörfern und in kleinen Städten, wo nicht jede einzelne Commune im Stande ist, sich einen eigenen Desinfectionsapparat zu beschaffen. Es erscheint in letzterem Falle viel zweckmässiger, weil viel weniger gefährlich den Desinfectionsapparat in ein inficirtes Dorf zu fahren und die inficirten Gegenstände an Ort und Stelle zu desinficiren, als letztere, wie man sich das auch gedacht hat, nach einer stationären Anstalt, die sich in der nächst grösseren Stadt befindet, zum Desinficiren einzuliefern. Bei der geringsten Unachtsamkeit im Transport derartiger inficirter Effecten auf manchmal meilenweite Entfernungen liegt hier gewiss eine erhebliche Ansteckungsgefahr vor. — Der Bacon'sche Apparat ist übrigens auch überall aufstellbar; bei unseren zum Theil im Winter angestellten Versuchen war derselbe ohne irgend welche Schutzvorrichtung im Freien aufgestellt und functionirte dennoch sehr gut. Der von uns geprüfte Apparat hatte einen Rauminhalt von 1,4 cbm. Einer Vergrösserung des Apparates, ohne die Transportfähigkeit aufzuheben, stehen keine Schwierigkeiten entgegen. Eine ausführlichere Beschreibung des Apparates mit Abbildungen findet sich in der Deutschen Medicinal-Zeitung 1883 No. 45.

Die Versuche beim Bacon'schen Apparat sind ebenfalls wie beim Schimmel'schen mit Beuteln und Ballen von grösserem Umfange sowie mit trockenen und mit feuchten Objecten angestellt worden.

Das Versuchsmaterial bestand in jedem einzelnen Falle aus Milzbrandsporen; ferner aber wurden bei dem Interesse, das gerade die Cholerafrage augenblicklich wieder hat, in jedem Falle auch Cholerabacillen zu den Desinfectionsversuchen verwandt.

Die Milzbrandsporen wurden, wie bisher stets, an sterilisirten Seidenfäden angetrocknet, in vorher ausgeglühten Glaskölbchen in die Mitte der Desinfectionsobjecte gelegt.

Bei den Cholerabacillen musste die Versuchsanordnung eine andere sein. Hier wurden Seidenfäden mit Cholerabacillen, welche aus einer 10procentigen Gelatinereincultur herrührten, stark imprägnirt. Die Seidenfäden kommen alsdann in Glaskölbchen, welche vorher durch trockene Hitze desinficirt waren, und gleichzeitig wurde mit den Seidenfäden etwas schwach alkalisch reagirende sterilisirte Fleischbrühe in die Glaskölbchen gebracht, um die Kommabacillen so vor dem Eintrocknen und demzufolge vor dem Absterben zu schützen, noch ehe der Versuch begann. Derartig präparirte Seidenfäden hielten sich in den Glaskölbchen in der That mindestens 12—24 Stunden feucht, also weit bis über die Zeit hinaus bis zum Transport in den Ofen, was höchstens 1—2 Stunden nach der Präparirung der Seidenfäden geschah. Als Nährboden für die Aussaat der Fäden, die im Ofen gewesen waren, benutzten wir, wie auch früher stets, feste Fleischwasserpeptongelatine.

#### A. Combinirte Einwirkung von directem heissem Wasserdampf und trockener Hitze auf trockene Objecte.

##### Versuch I.

Am 3. März 1885 kamen folgende Objecte in den vorher auf über 100°C. angeheizten Ofen:

- 1) Strohsack mit Umfang von 85 cm, Breite 39 cm, Höhe 22 cm.
- 2) Leinene Beutel mit Leinewandstücken prall gefüllt, Umfang 1,22 m, Breite 40 cm, Höhe 40 cm, Länge 58 cm.
- 3) Sack mit Jute prall gefüllt, Umfang 1,40 m, Breite 46 cm, Höhe 35 cm, Länge 40 cm.
- 4) Ballen von 22 wollenen Decken zusammengerollt und fest geschnürt, 2 wollene Decken von diesen besonders um die Enden des Ballens herumgeschnürt; der Dampfzutritt in das Innere des Ballens ist nur durch das

Gewebe der Decken möglich. Umfang 1,68 m, Breite 58 cm, Höhe 49 cm, Länge 1,10 m.

Alle diese Desinfectionsobjecte 1—4 enthielten in ihrer Mitte je ein Maximalthermometer und daneben liegend jedes Mal je 2 Glaskölbchen, das eine mit auf Seidenfäden angetrockneten Milzbrandsporen, das andere mit Cholerabacillen, die in der Eingangs erörterten Weise präparirt und vor dem Eintrocknen geschützt worden waren.

Beginn des Versuches nach Einlegen obiger Objecte um 2 Uhr 20 Minuten mit directem Dampf und trockener Hitze. Dampfspannung während des ganzen Versuches fast durchweg 2 Atmosphären. — Temperaturgang nach dem im Ofen befindlichen aussen sichtbaren Thermometer:

2 Uhr 25 Min.	112° C.
2 - 45 -	137°
2 - 55 -	145°
3 - 5 -	145°
3 - 25 -	148°
3 - 45 -	152°
3 - 55 -	155° Schluss des Versuches.

Ergebniss der Maximalthermometer und der Culturproben. Nach der Eröffnung des Ofens zeigt das frei im Ofen hängende Maximalthermometer 145°C. — Die Maximalthermometer in den Desinfectionsobjecten selbst ergaben im Strohsack 126°C., im leinenen Beutel 104°C., im Sack mit Jute 116°C., in dem Ballen von 22 wollenen Decken 98°C.

Mit den in der Mitte der Ballen und Beutel in Glaskölbchen verpackt gewesenen Milzbrandsporen wurden 11 Mal Impfungen auf Nährgelatine angestellt, mit den Cholerabacillen 12 Mal; ausserdem kamen noch 2 Impfungen mit Milzbrand und 3 mit Cholera hinzu aus Glaskölbchen, die frei im Ofen gelegen hatten. In keiner einzigen Cultur ist eine Entwicklung der Milzbrandsporen oder der Cholerabacillen zu Stande gekommen, selbst nicht bei einer mindestens 4 wöchentlichen Beobachtung. Auch die Thierimpfungen beweisen die vollständige Desinfection der im Ofen gewesenen Objecte. Eine weisse Maus bekommt einen Seidenfaden, der in dem Glaskölbchen in der Mitte des leinenen Beutels sich befunden hatte, subcutan beigebracht. Die Maus bleibt 10 Tage in Beobachtung und völlig munter. In gleicher Weise wird einer zweiten Maus ein langer Faden aus dem Ballen von 22 wollenen Decken herkommend subcutan beigebracht. Auch diese Impfung ist er-

folglos. Die Maus bleibt ebenfalls 10 Tage in Beobachtung und zeigt keinerlei Krankheitserscheinungen.

Diese Thierimpfungen sowohl als die Culturen mit den im Ofen gewesenen Organismen stehen im vollsten Gegensatze zu den Controlversuchen, die mit demselben nicht desinficirten, im Uebrigen aber ebenso präparirten Material angestellt waren. Eine Maus mit dem nicht desinficirten Milzbrandsporenhaltigen Seidenfaden geimpft, ist nach Verlauf von 48 Stunden todt an Milzbrand.

Ferner: zwei nicht desinficirte Seidenfäden mit Milzbrandsporen, in 2 Reagensgläser mit Nährgelatine eingetragen, zeigten nach 48 Stunden in beiden Proben reichlichste Entwicklung von langen Milzbrandfäden.

Schliesslich: Zwei Reagensgläser mit Nährgelatine geimpft mit den nicht desinficirten, in der vorher erörterten Weise auf Seidenfäden präparirten Cholera bacillen, zeigen bereits nach 24 Stunden reichlichste Vermehrung der Kommabacillen. Nach 48 Stunden, innerhalb deren die Vermehrung der Kommata in ausserordentlicher Weise noch zugenommen hat, werden Fleischbrühe-Hohlsliff-Culturen angefertigt, die am nächsten Tage die bekannten, mückenschwarmartig tanzenden Kommabacillen und dazwischen die Spirillen enthalten.

Der vorstehende Versuch im Bacon'schen Desinfectionsofen mit trockenen Desinfectionsobjecten hatte also im Ganzen 1 Stunde und 35 Minuten gedauert.

Die Vernichtung der Milzbrandsporen und der Cholera bacillen im Innern sämmtlicher zum Theil recht voluminöser Objecte war in dieser Zeit durch die Einwirkung heissen Wasserdampfes nicht unter 100°C. auf die Desinfectionsgegenstände vollständig gelungen, wie die Culturversuche, die Thierimpfungen und die zugehörigen Controlversuche ergeben.

Nur in Bezug auf einen Punkt war eine Erneuerung des Versuches wünschenswerth. In dem stark geschnürten Ballen von 22 wollenen Decken, also in dem Object, das sich bei allen unseren Versuchen als das am schwersten desinficirbare herausgestellt hatte, war zwar ebenfalls im obigen Versuch eine totale Vernichtung der Milzbrandbacillen und Cholera bacillen zu Stande gekommen, aber es war doch wünschenswerth zu versuchen, ob

man nicht auch in diesem Ballen anstatt der erhaltenen  $98^{\circ}\text{C.}$  auch  $100^{\circ}\text{C.}$  zu erzielen im Stande wäre.

Die darauf hin angestellten Versuche haben in der That einen positiven Erfolg gehabt. In 2 späteren Versuchen nemlich wurde mit Hülfe eines elektrischen Thermometers, das in der Mitte dieses Ballens von 22 wollenen Decken angebracht war, und das bei  $100^{\circ}\text{C.}$  eine Klingel auslöste, der Moment genau festgestellt, bei welchem man  $100^{\circ}\text{C.}$  in der Mitte dieses schwer desinficirbaren Objectes hatte. In dem einen Versuch am 6. März war nun nach 1 Stunde und 45 Minuten, in dem anderen am 3. Juni bereits nach 1 Stunde und 10 Minuten die Klingel im Gange, also  $100^{\circ}\text{C.}$  in dem ebenso, wie früher geschnürten und trockenen, aus 22 wollenen Decken bestehenden Ballen erreicht worden.

Alle diese Versuche sind im Freien angestellt, die beiden ersten jedoch kurz nach einander im Winter bei niedriger Temperatur, der letzte bei hoher Junitemperatur.

Zwischen dem ersten und zweiten Versuch ist nur eine Zeitdifferenz von 10 Minuten; hätte man noch 10 Minuten länger gewartet, so hätten wir im ersten Versuch auch  $100^{\circ}\text{C.}$  erreicht statt  $98^{\circ}\text{C.}$

Zwischen diesem Versuch und dem dritten ist eine Differenz von etwa  $\frac{1}{2}$  Stunde. Es ist möglich, dass bei dem letzten im heissen Sommer angestellten Versuche die in so viel kürzerer Zeit erreichte Temperatur von  $100^{\circ}\text{C.}$  in dem Ballen allein zurückzuführen ist auf die günstigeren Verhältnisse in Bezug auf verminderte Abkühlung des Apparates während des Sommers; es ist aber auch möglich, dass der Apparat selbst bei dem letzteren Versuche leistungsfähiger war, als in den beiden ersten. Der letzte Versuch ist nemlich angestellt, nachdem der Apparat, wie oben erwähnt, in der Weise abgeändert war, dass an Stelle der engen Röhren mit dem überhitzten Dampf viel weitere Röhren angebracht waren, durch die die Flamme direct hindurchschlug.

Wie dem auch sei — es wurden, wie das elektrische Thermometer ergibt, in der Mitte des schwer desinficirbaren trockenen Ballens von 22 wollenen Decken in der That nach 1 Stunde und 10 Minuten  $100^{\circ}\text{C.}$  im Bacon'schen Apparat erreicht.

B. Combinirte Einwirkung von directem heissem Wasserdampf und trockener Hitze auf feuchte Objecte.

Wir haben bereits wiederholt darauf hingewiesen, dass es vom practischen Standpunkte aus sehr wichtig ist, die Frage zu beantworten, welchen Widerstand feuchte Objecte der Desinfection mit heissem Wasserdampf entgegenstellen. Diese Frage haben wir nachfolgend auch für den Bacon'schen transportablen Apparat geprüft.

Versuch II, angestellt am 20. März 1885.

Dieselben Gegenstände wie in Versuch I mit Ausnahme des Strohsackes werden in den Desinfectionsofen gebracht; im Uebrigen wird des Vergleiches wegen ebenso verfahren, wie bei dem entsprechenden Versuch im Schimmel'schen Apparat (s. oben Versuch VIII). Bei dem Ballen von 22 wollenen Decken sind also die 10 nach innen befindlichen Decken trocken geblieben, die 12 äusseren mit einem dicken Wasserstrahl besprengt worden; bei dem Beutel mit Leinwand und dem Sack mit Jute wird die in Wasser eingetauchte Leinwand resp. Jute allseitig in sehr dicker Schicht um eine trockene Mitte herumgepackt. Die Dimensionen des Ballens von 22 wollenen Decken sind im feuchten zusammengerollten Zustand auch hier etwas kleiner als im trockenen (s. Versuch I), die Dimensionen des Jutesackes annähernd dieselben geblieben, nur der Beutel mit Leinwand ist erheblich dicker genommen, als in Versuch I; sein Umfang beträgt in diesem Versuche 150 cm, seine Höhe 49 cm, seine Breite 44 cm, seine Länge 70 cm.

Im Centrum jedes Objectes befindet sich je ein Maximalthermometer und zwei Glaskölbchen, das eine mit Milzbrandsporen, das andere mit Cholera-bacillen auf Seidenfäden; im Centrum des Ballens von 22 wollenen Decken liegt ausserdem noch das elektrische Klingelthermometer. —

Alle diese Objecte kamen in den vorher auf über 100° C. angeheizten Desinfectionsofen. — Beginn des Versuches 2 Uhr. Beim Einlegen der Sachen sinkt die Temperatur auf 87° C., steigt jedoch in wenigen Minuten wieder auf 100° C.

2 Uhr 15 Min.	125° C.
2 - 30 -	131°
2 - 45 -	134°
3 - — -	139° Schluss des Versuches.

Die Spannung des Dampfes betrug 2—2½ Atmosphären während des ganzen Versuches.

Ergebniss der Maximalthermometer und Culturproben. Die Maximalthermometer standen im Beutel mit Leinwand, im Sack mit Jute, im Ballen von 22 wollenen Decken der Reihe nach 99½° C.; 98½° C.; 91° C. Die Prüfung mit den

im Ofen gewesenen Milzbrandsporen und den Cholerabacillen ergab folgende Resultate:

1. Aus dem Beutel mit Leinwand werden 4 Culturen mit Milzbrandsporen und 3 mit Cholerabacillen angefertigt, sämmtlich ohne Erfolg bei einer 4wöchentlichen Beobachtung.

Auch die Impfung bei einem Meerschweinchen mit den Milzbrandsporen aus dem leinenen Beutel ist erfolglos geblieben; das Meerschweinchen wird nach 12 Tagen, da es ganz munter ist, nicht weiter beobachtet.

2) Aus dem Jutesack werden 6 Culturen mit den Milzbrandsporen und 2 mit den Cholerabacillen angestellt, sämmtlich ohne Erfolg.

Die Impfung bei einem ganz jungen Meerschweinchen ist ebenfalls ohne Milzbranderfolg geblieben. Das geimpfte ganz junge Meerschweinchen starb zwar, aber sicher nicht an Milzbrand, sondern an einer intercurrenten Affection, die mit Milzbrand nichts zu thun haben kann. Denn einerseits finden sich bei der mikroskopischen Untersuchung weder in den frisch aus Leber und Milz entnommenen zahlreichen Trockenpräparaten, noch in den Organschnitten der in Alkohol gehärteten Präparate Milzbrandbacillen vor, — andererseits ergeben die fortgesetzten Uebertragungen von grösseren Stücken der Organe dieses Meerschweinchens auf andere Thiere (1 junges Kaninchen, 1 Maus) ebenfalls keinen Milzbrand-Impferfolg.

3) Ganz anders liegen die Verhältnisse bei dem Ballen von 22 wollenen Decken. Hier werden 6 Culturen mit den Milzbrandsporen und 3 mit den Cholerabacillen angefertigt; sämmtlich mit Erfolg. Die Milzbrandculturen zeigen reichlichste Entwicklung von Milzbrandfäden am 2. und 3. Tage unter Verflüssigung der Gelatine. Die Cholerabacillen sind am folgenden und am 2. Tage in ausserordentlicher Weise vermehrt; mikroskopisch sind nur Kommata vorhanden. Mehrere am zweiten Tage angefertigte Hohlschliffdeckglasculturen ergeben nach 24 Stunden Reinculturen von Kommabacillen in den massenhaften mückenschwarmartigen Anhäufungen. Auch die Thierimpfung mit Milzbrandsporen aus dem Ballen von 22 wollenen Decken ist positiv ausgefallen. Ein junges Meerschweinchen, dem ein Faden aus diesem Ballen subcutan beigebracht war, stirbt



nach 48 Stunden an exquisitem Milzbrand mit zahllosen Bacillen in Milz, Lunge u. s. w. Ebenso geht eine Maus, der ein Stück Milz dieses Meerschweinchens subcutan eingepflegt war, bereits nach 16 Stunden an Milzbrand zu Grunde mit zahllosen Bacillen in sämtlichen Organen.

Der vorstehende Versuch mit heissem Wasserdampf nicht unter  $100^{\circ}\text{C}$ . und mit feuchten Desinfectionsobjecten hatte also im Ganzen eine Stunde gedauert.

Die Desinfection der Säcke mit feuchter Leinwand und mit feuchter Jute war gelungen durch eine 1stündige Einwirkung des Wasserdampfes von Siedetemperatur auf die Desinfectionsobjecte. Das beweist die Vernichtung der Milzbrandsporen und der Cholera-bacillen im Innern dieser Objecte ebenso wie die Thierimpfungen.

Ganz anders verhält es sich aber mit dem Ballen von 22 wollenen Decken. Die 1stündige Einwirkung des Wasserdampfes von Siedetemperatur auf dieses voluminöse Object hatte es nur zu einer Temperatur von  $91^{\circ}\text{C}$ . in der Mitte dieses Objectes gebracht, und demzufolge waren weder die Milzbrandsporen noch die Cholera-bacillen vernichtet, wie die Impfversuche auf Nährgelatine und auf Thiere übereinstimmend ergeben.

### Versuch III.

Der folgende Versuch hatte den Zweck zu prüfen, ob es überhaupt gelingt, auch so voluminöse Objecte wie den Ballen von 22 wollenen Decken, der sich bei allen unsern Versuchen so widerstandsfähig gezeigt hatte, mit dem Bacon'schen Apparat im feuchten Zustande zu desinficiren. Sodann sollte in diesem Versuch die Zeit bestimmt werden, in der im Centrum sämtlicher Desinfectionsobjecte des vorigen Versuches die wünschenswerthe Temperatur von  $100^{\circ}\text{C}$ . zu Stande kommt, die in Versuch II in keinem Objecte erreicht worden war.

Zu bemerken ist noch, dass bei diesem Versuch gleichzeitig auch der inzwischen in der mehrfach erörterten Weise abgeänderte Apparat zur Anwendung gekommen ist, bei dem an Stelle des überhitzten Dampfes in den engen Röhren die Flamme direct durch weite Rippenröhren hindurchschlug.

1. April 1885. In den Apparat kamen wiederum dieselben Objecte von fast gleichen Dimensionen und demselben Feuchtigkeitsgehalt wie im vorigen Versuch. In jedem Desinfectionsobject liegen in der Mitte wieder je 2 Glaskolben, einer mit Milzbrandfäden, der andere mit Cholera bacillen auf Seidenfäden; ferner je ein Maximalthermometer. Im Centrum des Ballens von 22 wollenen Decken liegen aber 3 Thermometer, 1 Maximalthermometer, 1 elektrisches Thermometer, das bei 90° C. und 1 elektrisches Thermometer, das bei 100° C. klingelt.

Der Versuch beginnt um 12 Uhr 55 Minuten, nachdem die Sachen in den vorher auf über 100° C. angeheizten Ofen hineingepackt worden waren.

Die am Thermometer abgelesenen Temperaturen sind folgende:

1 Uhr	5 Min.	125° C.	
1	- 30	-	125°
1	- 45	-	125°
2	- —	-	125°
2	- 15	-	125°
2	- 30	-	125°
2	- 45	-	128°
3	- —	-	128°

Schluss des Versuches.

Die Dampfspannung während des ganzen Versuches betrug 2—2½ Atmosphären.

Ergebniss der Maximalthermometer und der Culturproben. Zunächst ist zu bemerken, dass das in dem Ballen von 22 wollenen Decken befindliche elektrische Thermometer, das auf 90° C. eingestellt ist, nach 1 Stunde und 5 Minuten klingelt, und dass das ebendasselbst befindliche, aber auf 100° C. eingestellte elektrische Thermometer erst nach 1 Stunde und 25 Minuten klingelt. — Nach Eröffnung des Ofens zeigt das frei im Ofen hängende Maximalthermometer 125° C. Die Maximalthermometer im Innern des Beutels mit Leinwand, mit Jute und der 22 wollenen Decken ergeben der Reihe nach 100° C.; 101° C.; 99,8° C. Die Uebertragungen der Seidenfäden aus dem leinenen Beutel und aus dem Sack mit Jute auf Nährgelatine fällt sowohl für die Milzbrandsporen als für die Cholera bacillen übereinstimmend völlig negativ aus in 8 Culturproben; auch die subcutane Einimpfung eines Seidenfadens mit Milzbrandsporen aus dem Sack mit Jute auf ein Kaninchen ist ohne Milzbrand-Impferfolg geblieben. Besonders hebe ich noch die Verhältnisse hervor, die man mit dem am schwersten zu desinficirenden Objecte, dem Ballen von 22 wollenen Decken erhalten hatte. 3 Versuche mit den Milzbrandsporen und

3 Versuche mit den Cholerabacillen aus der Mitte dieses grossen Ballens zeigten in keinem Falle eine Spur von Organismenentwicklung innerhalb einer 4wöchentlichen Beobachtung. Ferner blieb ein junges Kaninchen, dem 2 grössere Milzbrandseidenfäden, die aus dem Ballen entnommen waren, subcutan beigebracht wurden, 12 Tage in Beobachtung und zeigte in dieser Zeit keinerlei Krankheitserscheinung, während bei einer Controlimpfung eines grösseren Kaninchens mit einem nicht desinficirten Seidenfaden desselben Materials der Tod in etwa 60 Stunden unter exquisitem Milzbrandbefund in allen Organen erfolgte.

Der vorstehende Versuch hatte im Ganzen 2 Stunden gedauert. Das Resultat war ein sehr befriedigendes. Eine 2stündige Einwirkung heissen Wasserdampfes nicht unter  $100^{\circ}\text{C}$ . auf die stark feuchten Desinfectionsgegenstände hatte in der Mitte sämtlicher Objecte die Temperatur von  $100^{\circ}\text{C}$ . zu Stande gebracht. Die Vernichtung der Milzbrandsporen und der Cholerabacillen war dabei eine vollkommene, sogar in dem Ballen von 22 wollenen Decken. Das beweisen die Impfungen auf Nährgelatine und auf Thiere. Die geringe Differenz von  $\frac{2}{10}^{\circ}$  zwischen dem elektrischen Thermometer, das maassgebender ist, und dem Maximalthermometer innerhalb der 22 wollenen Decken kommt dadurch zu Stande, dass öfter beim Abkühlen während des Herausnehmens des Maximalthermometers auch der obere Quecksilberfaden sich um einige Zehntel zusammenzieht.

Ich füge an dieser Stelle gleich an, dass auch ein erneuter Versuch mit demselben feuchten Ballen von 22 wollenen Decken und einem elektrischen auf  $100^{\circ}\text{C}$ . eingestellten Klingelthermometer ergeben hat, dass nach einer 1 Stunde und 35 Minuten dauernden Einwirkung directen heissen Wasserdampfes von Siedetemperatur, wie im vorigen Versuche, wiederum  $100^{\circ}\text{C}$ . im Innern des Ballens erreicht worden war, wie das Klingelzeichen bewies.

#### Versuch IV, angestellt am 13. März 1885.

Der nachfolgende Versuch wurde unter besonders erschwerenden Verhältnissen angestellt. Das grösste Desinfectionsobject, der Ballen von 22 wollenen Decken war dieses Mal viel intensiver durchnässt als in den Versuchen II und III, ausserdem war derselbe von 2 Männern in besonders

exacter Weise gerollt und ausserordentlich fest geschnürt, und wurde sodann noch zwischen Brettern hineingepresst, so dass auf diesem Wege der sehr feste Ballen allseitig fast hermetisch abgeschlossen war. Ausser diesem Ballen kommen in den Desinfectionsöfen dieselben Objecte, wie in Versuch II und III ohne wesentliche Abänderung, nemlich der Beutel mit feuchter Leinwand und der Sack mit feuchter Jute. Im Uebrigen ist die Versuchsanordnung dieselbe geblieben wie bisher. Die Desinfectionsobjecte kommen in den vorher auf über 100° C. angeheizten Öfen. Im Centrum jedes Objectes befinden sich 2 Glaskolben mit Milzbrandsporen und Cholerabacillen und 1 Maximalthermometer; im Centrum der 22 wollenen Decken lag ausserdem noch 1 elektrisches Thermometer, das auf 100° C. eingestellt war. Der Versuch begann um 3 Uhr mit dem combinirten Verfahren, wie bisher, d. h. mit der Einwirkung directen heissen Wasserdampfes und trockener Hitze und dauerte bis 7 Uhr 15 Min., ohne dass das elektrische Thermometer im Innern des Ballens von 22 wollenen Decken das Klingelzeichen auslöste. Der Versuch wurde nach 4 Stunden und 15 Minuten unterbrochen.

Von den alle 15 Minuten am Aussenthermometer abgelesenen Temperaturen erwähne ich nur im Ganzen, dass dieselben innerhalb der ganzen Versuchszeit zwischen 135° C. und 147° C. schwankten, sich aber meistens auf 145° C. hielten.

Ergebniss der Maximalthermometer und der Culturproben. Das frei im Ofen hängende Maximalthermometer zeigte 143° C.; die Maximalthermometer im Beutel mit Leinwand, im Sack mit Jute und im Ballen von 22 wollenen Decken der Reihe nach 111° C.; 103° C. und 95° C. Im letzteren Ballen hatte, wie oben erwähnt, das elektrische Thermometer das Klingelzeichen nicht ausgelöst.

Die Culturversuche aus dem Beutel mit Leinwand und dem Sack mit Jute fallen, wie bei dem Temperaturstand zu erwarten war, sowohl für Milzbrandsporen als für Cholerabacillen völlig negativ aus in 12 Culturproben; in gleicher Weise ist die Impfung bei einer Maus mit einem Faden, der aus dem Jutesack her stammt, ohne Milzbranderfolg.

Besonders bemerkenswerth sind die Impfungen aus dem Ballen von 22 wollenen Decken, in dem nur eine Temperatur von 95° C. erreicht worden war. Auch hier ergaben 2 Culturversuche mit den Milzbrandsporen und 3 Culturversuche mit den Cholerabacillen auf Nährgelatine übereinstimmend ein völlig negatives Resultat. Die Gelatine ist fest geblieben, und keine Entwicklung eingetreten. Hiermit stimmt auch die Thierimpfung überein. Eine Maus, der ein

langer Faden von Milzbrandsporen aus letzterem Ballen subcutan beigebracht war, zeigte keinen Milzbranderfolg. Hingegen ergaben Controlversuche mit nicht im Desinfectionsofen gewesenen Seidenfäden desselben Materials, dass eine Maus 24 Stunden nach der Impfung bereits todt ist mit zahllosen Milzbrandbacillen in allen Organen, und dass aus den Seidenfäden mit den Cholerabacillen schon am nächsten Tage eine üppige Reincultur von Kommabacillen entstanden war.

Der Zweck des vorstehenden Versuches, den voluminösen Ballen von 22 wollenen Decken zu desinficiren unter den dieses Mal besonders erschwerenden, künstlich hergestellten Versuchsverhältnissen, der sehr starken Durchnässung und dem allseitig fast hermetischen Abschluss der inneren Schichten des Ballens war also auch erreicht. Allein einmal war hierfür eine viel längere Zeit erforderlich als in den früheren Versuchen und andererseits wurde trotz der 4½stündigen Einwirkung heissen Wasserdampfes und einer besonders hohen trockenen Hitze doch im Centrum des Ballens nur die Temperatur von 95° C. erreicht. Dieses Resultat giebt einen Hinweis, worin man die Widerstände zu suchen hat, die sich dem Eindringen des heissen Wasserdampfes in die Desinfectionsobjecte entgegenstellen, und damit gleichzeitig einen Hinweis auf die Grenzen der desinficirenden Leistungsfähigkeit des heissen Wasserdampfes innerhalb solcher Zeiträume, die für die practische Ausführung der Desinfection noch zulässig erscheinen.

Zum Schluss fasse ich hier die mit dem Bacon'schen Desinfectionsapparat erhaltenen Ergebnisse noch einmal zusammen.

Der Bacon'sche Apparat ist durch 4 Versuchsreihen geprüft worden, und zwar fand die Prüfung bei diesem Apparat allein mit der combinirten Einwirkung von directem heissem Wasserdampf und trockener Hitze statt. Dass das wirksame desinficirende Agens bei dieser combinirten Methode der directe heisse Wasserdampf allein ist, war nach den Ergebnissen mit den beiden früheren Desinfectionsapparaten zur Evidenz erwiesen; eine erneute Prüfung der isolirten Wirkung heisser Luft allein und heissen Wasserdampfes allein war daher bei diesem Apparat nicht noch einmal erforderlich,

Die Desinfectionsversuche wurden auch hier wie beim Schimmel'schen Apparat mit Beuteln und Ballen von verschiedenem Material, von verschiedenem, öfters ganz erheblichen Umfange und zunächst mit trockenen Stoffen angestellt. — Hierbei ergab sich, dass bei der Einwirkung des combinirten Verfahrens in 1 Stunde und 35 Minuten sämmtliche Milzbrandsporen und Cholerabacillen, die in der Mitte der prall mit trockenem Stroh, trockener Leinwand und trockener Jute gefüllten Säcke und des fest gerollten Ballens von 22 trockenen wollenen Decken gelegen hatten, vernichtet waren. Die in dieser Zeit allseitig und gleichzeitig desinficirten Gegenstände hatten der Reihe nach einen Umfang von 85, 122, 140, 168 cm (s. Versuchsreihe I).

In einem erneuten mit dem inzwischen verbesserten Bacon'schen Apparat angestellten Versuche mit denselben trockenen Objecten wurde die zur Desinfection erforderliche Temperatur von 100° C. sogar schon nach 1 Stunde und 10 Minuten erreicht in dem grössten Desinfectionsobject, dem Ballen von 22 trockenen wollenen Decken. —

Die am Schimmel'schen Apparat gewonnene Erfahrung, dass nasse Objecte im Allgemeinen länger desinficirt werden müssen als trockene, wurde auch am Bacon'schen Apparat bestätigt. Es wurde das hier, wie die nachfolgende Zusammenstellung zeigt, in noch sichererer Weise nachgewiesen mit Hülfe des elektrischen Thermometers, das im Innern der fest geschnürten Ballen von 22 wollenen Decken verpackt worden war und bei 100° C. ein Klingelzeichen auslöste.

Bei dieser Anordnung wurden erreicht:

Im alten Bacon'schen Apparat in				
22 trockenen wollenen Decken	100° C.	nach	1 Std.	45 Min.
22 feuchten	„	„	100° C. erst nach 2	„ 45 „
Im abgeänderten Bacon'schen Apparat, mit durchschlagender Flamme, in				
22 trockenen wollenen Decken	100° C.	nach	1 Std.	10 Min.
22 feuchten	„	„	100° C. erst nach 1	„ 25 „
22	„	„	100° C. „	„ 1 „ 35 „

Im alten Bacon'schen Apparat in  
22 sehr feuchten wollenen Decken nur 95° C. nach 4 Std. 15 Min.

Der zuletzt erwähnte Fall ist Versuch IV, in dem die Decken ausserdem sehr fest geschnürt und zwischen Brettern eingeklemmt waren.

Die Durchnässung der Objecte setzt also zweifellos der Desinfection einen bemerkenswerthen Widerstand entgegen.

Die Culturversuche und Thierimpfungen mit den Milzbrandsporen und den Cholerabacillen, die in der Mitte derartiger durchnässter Objecte im Ofen gelegen hatten, ergaben folgendes Resultat: In dem grössten Object, dem Ballen von 22 dicht gerollten wollenen Decken, der einen Umfang von ungefähr 168 cm hatte, und der sich nach allen unseren Versuchen am schwersten desinficirbar herausgestellt hatte, waren nach 2ständiger Einwirkung heissen Wasserdampfes nicht unter 100° C. sowohl die Cholerabacillen als die Milzbrandsporen vernichtet (s. Versuch III).

Eine 1stündige Einwirkung heissen Wasserdampfes hatte nicht genügt, dieses grösste Object im nassen Zustande zu desinficiren; weder die Milzbrandsporen, noch die Cholerabacillen im Innern des Ballens von 22 wollenen Decken waren vernichtet, wie die Impfversuche auf Nährgelatine und auf Thiere übereinstimmend ergeben haben (s. Versuch II).

Bei weniger umfangreichen nassen Objecten, die auch nicht so dicht waren, hingegen war durch eine 1stündige Einwirkung des Wasserdampfes von Siedetemperatur die Vernichtung der Milzbrandsporen und der Cholerabacillen im Innern dieser Objecte gelungen (s. Versuch II). — Diese weniger umfangreichen Objecte waren ein Beutel mit nasser Leinwand und ein Sack mit nasser Jute von einem Umfang von 150 resp. 136 cm.

Die vorstehenden Versuche mit dem Bacon'schen Desinfectionsapparat haben also den Beweis geliefert, dass derselbe ebenfalls sehr leistungsfähig ist, nicht anders als der Schimmel'sche, zur sicheren Tödtung sowohl der Milzbrandsporen als der Cholerabacillen, die im Innern grösserer Objecte versteckt waren. Auf den besonderen Vortheil des Bacon'schen Desinfectionsapparates, seine leichte Transportfähigkeit und die Möglichkeit in Folge dessen, einen Apparat für mehrere Ortschaften z. B. auf dem Lande zu verwenden, haben wir bereits oben hingewiesen.

### Schlussbemerkungen.

Für die practische Handhabung der Desinfection ergaben sich nun auf Grund der Temperaturen, der Impfungen auf Thiere und der Uebertragungen auf Nährgelatine nach den in den drei Oefen erhaltenen Resultaten folgende Sätze:

1) Für trockene Objecte ist zur vollkommenen Desinfection eine 1—1½stündige Einwirkung directen strömenden Wasserdampfes nicht unter 100° C. auf die Desinfectionsgegenstände zu verlangen. (S. Schimmel'scher Ofen Versuch III und VII und Bacon'scher Ofen Versuch I.)

2) Nasse Objecte müssen länger desinficirt werden als trockene, wie der Vergleich der Versuche VII—IX (Schimmel'scher Ofen) und die mit dem elektrischen Thermometer am Bacon'schen Apparat gewonnenen Resultate ergeben haben (s. obige Tabelle). Für nasse Objecte ist zur sicheren Desinfection erforderlich eine 2stündige Einwirkung directen strömenden Wasserdampfes nicht unter 100° C. auf die Desinfectionsobjecte (s. Versuch IX bei Schimmel, Versuch III bei Bacon).

Als Grundlage für diese zeitlichen Bestimmungen sub 1) und 2) dienten unsere grössten und nach allen Versuchen am schwersten desinficirbaren Objecte, die dicht gerollten und fest geschnürten Ballen von 22 wollenen Decken mit einem Umfange von 1,68 m bis 2,02 m im trockenen Zustande und einem etwas kleineren Umfange im durchnässten Zustande, weil in letzterem die Ballen sich noch fester zusammenrollen liessen als im trockenen.

Sowohl das Volumen dieser Ballen von 22 wollenen Decken, als die Dichtigkeit ihrer Verpackung, sowie ihr Feuchtigkeitsgrad kommt mindestens gleich allen für gewöhnlich zum Desinficiren eingelieferten Gegenständen; es werden daher die sub 1) und 2) gegebenen zeitlichen Bestimmungen sicher auch für die in der Praxis vorkommenden Desinfectionsgegenstände, die meist nicht so umfangreich sind, ausreichen. Das zeigen auch direct die vielfachen positiven Desinfectionsresultate, die oben ausführlich mitgetheilt sind, mit den Strohsäcken, den Beuteln mit Jute und Leinwand, den Ballen von 5 und 10 wollenen Decken im trockenen und feuchten Zustand. Für diese kleineren Objecte



genügte sogar schon eine kürzere Zeit der Einwirkung des Wasserdampfes zur Desinfection. Die kleinsten unter ihnen, die gleichzeitig nicht verpackt, frei liegend oder nur in lockeren Schichten dem strömenden Wasserdampf ausgesetzt wurden, so die frei im Ofen liegenden Glaskölbchen mit Milzbrandsporen, sowie die relativ locker gestopften Strohsäcke von einer Dicke von nur 17 cm ebenfalls mit Milzbrandsporen im Innern sind bereits durch eine 20 Minuten lange Einwirkung directen heissen Wasserdampfes allseitig desinficirt worden. (S. Versuch IV und V Schimmel's Ofen.)

Dass diese kurze Zeit der Einwirkung des strömenden Wasserdampfes von nur 20 Minuten jedoch nicht genügte, um auch die grösseren und dichtereren der zuletzt erwähnten trockenen Objecte, also die von uns gebrauchten Ballen von 5 und 10 wollenen Decken, sowie die Beutel mit Jute und mit Leinwand in allen ihren Theilen sicher zu desinficiren, ist ebenfalls (in Versuch IV und V Schimmel's Ofen) nachgewiesen.

Auch für nasse Objecte, wofern dieselben nicht so umfangreich und nicht so dicht waren, wie die Ballen von 22 wollenen Decken, genügte schon eine kürzere Zeit der Einwirkung heissen strömenden Wasserdampfes zur Desinfection, als oben sub 2) angenommen. So wurden z. B. im Schimmel'schen Ofen durch eine 1½ stündige Einwirkung von directem Dampf nicht unter 100° C. zur Desinfection gebracht der nasse Ballen von 5 und 10 wollenen Decken, der Beutel mit nasser Leinwand, der Sack mit nasser Jute, die einen Umfang von etwa 1,50 m bis herab zu 1 m hatten (s. Schimmel'scher Ofen, Versuchsreihe VIII). In gleicher Weise wurden im Bacon'schen Ofen sogar bereits in 1 Stunde die weniger umfangreichen und nicht so dichten nassen Objecte desinficirt. (S. Bacon'scher Ofen, Versuchsreihe II.)

So werthvoll nun auch diese Zeitersparniss bei der Desinfection an und für sich ist, die sich aus allen soeben gemachten Angaben, für kleinere, freiliegende, weniger dichte Desinfectionsobjecte ergibt, so muss ich doch aus practischen Gründen auch für diese weniger umfangreichen Objecte an obigen Zeitbestimmungen sub 1) und 2) im Allgemeinen festhalten. Ich

habe schon oben darauf hingewiesen, dass, in je kürzerer Zeit man desinficiren will, umsomehr dafür gesorgt werden muss, dass die Desinfectionsobjecte nicht zu grösseren Packeten zusammengerollt, geschnürt und zusammengedrückt werden, dass dieselben vielmehr einzeln aufgehängt, vorsichtig ausgebreitet und in dünnen lockeren Lagen sich befinden.

Auf die Schwierigkeiten, die der sorgfältigen Ausführung dieser Vorschrift in praxi entgegenstehen, namentlich bei Massen-Desinfectionen zu Zeiten von Epidemien, habe ich bereits hingewiesen. Aber auch zu anderen Zeiten habe ich mich oft genug davon überzeugt, was der Laie unter Ausbreitung der Desinfectionsobjecte versteht, und wie diese Objecte ohne Rücksicht und in Unkenntniss auf obige Vorschrift in den Desinfectionsapparat hineingebracht und dicht übereinander gestopft und geschichtet wurden.

Das sind die Gründe, weshalb ich der Meinung bin, dass es sich bei der Desinfection in praxi und ohne besondere Aufsicht empfiehlt, auch bei den an und für sich nicht so umfangreichen Objecten den heissen Wasserdampf lieber etwas länger einwirken zu lassen und, um eine ganz sichere Desinfection zu erzielen, nach den obigen Zeitbestimmungen sub 1) und 2) zu verfahren, die gewonnen sind auf Grund von Desinfectionsobjecten, die nach Volumen sowohl, wie nach Art der Verpackung mindestens allen gewöhnlich zum Desinficiren eingelieferten Gegenständen entsprechen.

3) Die Temperatur soll überall im Innern der Desinfectionsobjecte mindestens  $100^{\circ}$  C. sein.

Man wird diese Temperatur bei der practischen Handhabung der Desinfection mit strömendem Wasserdampf als Minimaltemperatur zur Vernichtung aller Mikroorganismen festhalten müssen, wenn ich auch mehrfach den Tod derselben bereits unter  $100^{\circ}$  C. constatiren konnte bei genügend langer Einwirkung des directen heissen Wasserdampfes. —

Ich verweise hier z. B. auf Versuch I im Bacon'schen Apparat, bei dem die Temperatur in der Mitte des umfangreichen Ballens von 22 wollenen Decken nur  $98^{\circ}$  C. erreicht hatte und nichtsdestoweniger die daselbst befindlichen Cholera bacillen und Milzbrandsporen vernichtet waren, wie die Impfungen auf Nährgelatine und Thiere übereinstimmend ergeben haben.

Dasselbe ist der Fall in Versuch II des Bacon'schen Apparates, in dem bei einer Temperatur von  $98\frac{1}{2}^{\circ}\text{C.}$  resp.  $99\frac{1}{2}^{\circ}\text{C.}$ , die in der Mitte eines Sackes mit Jute und eines Beutels mit Leinwand erhalten worden waren, ebenfalls der Tod der Cholera-bacillen und der Milzbrandsporen mit Sicherheit constatirt werden konnte.

Ja sogar bei einer Temperatur von nur  $95^{\circ}\text{C.}$  in der Mitte des Ballens von 22 wollenen Decken war eine Vernichtung der Milzbrandsporen und der Cholera-bacillen zu Stande gekommen bei jenem unter besonders erschwerenden Verhältnissen im Bacon'schen Apparat angestellten Versuch IV, bei dem allerdings die Hitzeeinwirkung über 4 Stunden gedauert hatte. —

Diese Vernichtung der Keime unter  $100^{\circ}\text{C.}$  durch strömenden Wasserdampf findet sich auch mehrfach in den Versuchen von Koch, Gaffky und Löffler, bei denen Sporen der Gartenerde hierdurch getödtet wurden. Allein diese Temperaturen sind nicht allgemein practisch verwerthbar, denn zwischen  $90^{\circ}\text{C.}$  und  $100^{\circ}\text{C.}$  wurde das Ergebniss doch schwankend und unsicher. So wurden in meinen Versuchen bei einer Temperatur von  $90^{\circ}\text{C.}$ , bis zu der es der einwirkende strömende Wasserdampf in der Mitte des Ballens von 22 wollenen Decken nur gebracht hatte, die Milzbrandsporen nicht vernichtet; dieselben entwickelten sich vielmehr in reichlichster Weise in Gelatine und tödteten bei der Impfung unter exquisiten Milzbranderscheinungen. (S. Schimmel'scher Apparat, Versuch VIII).

In gleicher Weise habe ich bei  $91^{\circ}\text{C.}$ , die bei einem anderen Versuch (Bacon, Versuch II) im Innern des Ballens von 22 wollenen Decken nur erreicht worden waren, Impftod durch Milzbrand und reichlichste Entwicklung der im Ballen gewesenen Milzbrandsporen sowohl als der Cholera-bacillen beobachtet.

Auf Grund dieser Ergebnisse wird man also gut thun in praxi bei der Desinfection mit strömendem Wasserdampf an  $100^{\circ}\text{C.}$  im Innern der Ballen festzuhalten, zur Vernichtung sowohl sporenhaltiger als sporenfreier Organismen.

Ein sehr geeignetes Verfahren, genau den Moment festzustellen, in dem  $100^{\circ}\text{C.}$  in einem Beutel oder Ballen erreicht worden sind, ist das elektrische Klingelthermometer, das

wir zu diesem Zwecke wiederholt in unseren letzten Versuchsreihen angewandt haben. Ich mache auf dieses Hilfsmittel, wo dasselbe anzubringen ist, besonders aufmerksam, da wir ohne dasselbe über diesen Moment im Innern der Objecte im Unklaren sind.

4. Heisser strömender Wasserdampf von  $100^{\circ}\text{C}$ . besitzt eine viel stärker desinficirende Kraft als heisse trockene Luft selbst von bedeutend höherer Temperatur.

Die ausgezeichnete desinficirende Kraft des heissen strömenden Wasserdampfes und seine Ueberlegenheit über trockene heisse Luft ist zuerst experimentell erwiesen worden durch die Untersuchungen von Koch, Gaffky, Löffler in der oben citirten Arbeit, und zwar trotz sehr unvollkommener Apparate, die ihnen nur zu Gebote standen. Unsere Versuche in Apparaten, die für die Praxis geeignet sind, und in grösserem Maassstabe angestellt, stehen in voller Uebereinstimmung mit den Ergebnissen dieser Forscher. Den Beweis hierfür liefert der Vergleich der Versuchsreihe I, in der die isolirte Einwirkung heisser Luft allein stattgefunden hat, mit der Versuchsreihe II und III, in der der directe heisse strömende Wasserdampf auf seine Wirksamkeit geprüft worden ist.

Während durch letzteren Objecte von erheblichem Umfang, von dichter Verpackung und in trockenem oder feuchtem Zustande in der verhältnissmässig kurzen Zeit von 1—2 Stunden sicher desinficirt worden sind, war das Resultat bei der Einwirkung der heissen Luft allein ein ganz anderes, mochte man zur Erwärmung der Luft im Apparat heissen Dampf in dampfdicht abgeschlossenen Röhren, wie beim Schimmel'schen Apparat, benutzen oder die heisse Luft in Verbindung mit den gasförmigen Verbrennungsproducten, wovon sich der Inhaber des Raetke'schen Ofens einen besonderen Vortheil versprach, direct in den Desinfectionsraum hineinlassen. In beiden Fällen waren die desinficirenden Eigenschaften der heissen Luft allein sehr mangelhafte. Die sporenhaltigen Organismen — nicht die wenig resistenten sporenfreien — auf deren Vernichtung es bei der principiellen Entscheidung über die bessere Desinfectionsmethode ankommt, wurden durch heisse Luft nur getödtet, sobald dieselben frei in dünnen Glaskölbchen in den Desinfectionsofen hineingebracht

wurden oder in einem Objecte von nur mässigem Umfange verpackt waren, und zwar geschah dies nur durch eine sehr hohe, während 3 Stunden einwirkende Temperatur von  $140^{\circ}$ — $159^{\circ}$ C. (s. Raetke'schen Apparat Versuch III und IV).

Sobald aber der Umfang der zu desinficirenden Gegenstände etwas grösser war oder andere erschwerende Verhältnisse vorlagen, d. h. die Gegenstände zusammengerollt, lose geschnürt und durchfeuchtet in den Apparat kamen, reichte die desinficirende Kraft der heissen Luft nicht hin, selbst nach 3—4stündiger Einwirkung, um die sporenhaltigen Organismen zu tödten. Ich verweise in dieser Beziehung auf den Raetke'schen Ofen, Versuch VI und den dort erhaltenen übereinstimmenden Misserfolg trotz einer  $4\frac{1}{4}$ stündigen Einwirkung trockener Hitze von fast durchweg über  $140^{\circ}$ C. Nach diesen Ergebnissen müssen wir auch für grössere Verhältnisse den Satz in der oben citirten Arbeit von Koch vollständig unterschreiben, dass überall da, wo die Hitze zur Desinfection überhaupt anwendbar ist, das Verfahren mit strömendem Wasserdampf allen anderen Methoden der Hitzedesinfection vorzuziehen ist.

Diese grosse Ueberlegenheit des strömenden Wasserdampfes ist aber noch nicht in das Bewusstsein des Publicums, aber auch noch nicht genügend in das Bewusstsein vieler Communalverwaltungen, Krankenhausvorsteher und Aerzte übergegangen; auch ich selbst fühle mich nicht davon frei, heisse Luft und heissen Wasserdampf für gleichwerthig hinsichtlich der Desinfectionswirkung gehalten zu haben, bis ich durch vorstehende Versuchsreihen vom Gegentheil belehrt worden bin. In sehr vielen Krankenhäusern sind, wie oben bemerkt, auch noch jetzt Desinfectionsvorrichtungen im Gebrauch, die auf dem Princip der alleinigen Einwirkung trockener Hitze beruhen; dieselben müssen, wenn man Sicherheit haben will, abgeschafft werden. Der Einwand, den ich auch häufig als beweiskräftig für die genügende Wirksamkeit trockener Hitze gehört habe, dass man in Krankenhäusern, in denen Wäsche, Bekleidungsstücke u. s. w. nach alter Methode mit trockener Hitze desinficirt wurden, eine Uebertragung von Infectionskrankheiten durch diese Effecten nicht beobachtet habe, ist hinfällig gegenüber unseren positiven Versuchsergebnissen. Es ist das, wenn überhaupt die Beobachtung

so allseitig fest stehen sollte, was ich bezweifle, höchstens als ein glücklicher Zufall zu betrachten, der ausser anderen Gründen seine Erklärung darin mit finden könnte, dass bei der meist frühzeitigen Desinfection, die mit derartiger Wäsche in Krankenhäusern vorgenommen wird, in diesen Fällen entweder noch keine Entwicklung der resistenten und von trockener Hitze sehr schwer zerstörbaren Dauersporen stattgefunden hat, oder dass einzelne Infectionskrankheiten hierbei in Frage kamen, die bedingt sind, wie die Cholera z. B., durch Organismen, bei denen überhaupt eine Dauersporenbildung nicht stattfindet und welche beim Eintrocknen an und für sich leicht absterben.

5. Mit der Vernichtung der Organismen dürfen nicht zugleich auch die Träger derselben, d. h. die Kleidungsstücke, Wäsche, Polster u. s. w. durch das Desinfectionsverfahren vernichtet werden.

Ich habe nach dieser Richtung, wie andere Beobachter, ebenfalls den Einfluss des heissen strömenden Wasserdampfes auf eine grosse Reihe Stoffe geprüft und mit der Wirkung trockener Hitze auf dieselben Stoffe verglichen. So wurden weisse Leinwand, weisser Shirting, grüner Glanzkattun, weiches Putzleder, brauner Sammet, weisser Flanell, grauer Bukskin, weisse, rothe, hellblaue, dunkelblaue, hellgraue Seide, weisseidener Rips, Watte, Bettfedern, weisse Nähseide, weisser und rother Zwirn, weisses und hellgrünes Papier,  $2\frac{1}{4}$ — $2\frac{1}{2}$  Stunden strömendem Wasserdampf von  $100^{\circ}\text{C}$ . ausgesetzt.

Alle diese Gegenstände hatten in ihrer Haltbarkeit keine bemerkenswerthe Aenderung gezeigt, nur allein das Leder war geschrumpft, brüchig und unbrauchbar geworden. Die Farben verschiedener Stoffe, namentlich der Seidenstoffe hatten allerdings gelitten; sie waren etwas ausgewaschen und verändert. Ebenso hatte der Glanz der Seide, des Kattuns, des weissen Papiers gelitten; das hellgrüne Papier war hellgelb geworden, und die weisse Leinwand, der weisse Shirting, der weisse Flanell hatten einen leicht gelblichen Stich bekommen, allein diese Veränderungen erscheinen doch nicht so wesentlicher Art wie bei der Einwirkung trockener Hitze.

Sehr viele der obengenannten Stoffe während der nothwendigen 3 Stunden trockener Hitze von annähernd  $150^{\circ}\text{C}$ . ausge-

setzt, wurden in ihrer Faser gelockert, brüchig und viel leichter zerreisslich als bei der Einwirkung des heissen Wasserdampfes. Hierhin gehörten vor allem Leinwand, Wolle, seidene Stoffe, Papier; auch Farbenveränderungen sind bei den oben genannten Stoffen durch trockene Hitze mehrfach eingetreten.

Wir hatten die Prüfung heissen Wasserdampfes auf unsere obigen Probeobjecte in dem gewöhnlichen mit Filz bedeckten Sterilisationsapparat vorgenommen, da uns damals noch kein anderer Desinfectionsapparat zur Verfügung stand. Die Beschädigungen, die bei der Einwirkung des heissen Wasserdampfes allein, wie in unserem Apparat, manche der obigen Stoffe in Folge der Durchnässung erlitten haben, sollen nun aber gänzlich aufhören, wenn man nach dem Vorschlage von Merke verfährt und die combinirte Einwirkung heissen Wasserdampfs mit trockener Hitze und nachfolgender Ventilation anwendet. Bei dieser Desinfectionsmethode litten nach der Broschüre, die von der Firma Schimmel und Comp. herausgegeben, wollene und leinene Effecten, Bettfedern, Rosshaare, Seide, Sammet, Papier und dergl. durch den Desinfectionsprozess absolut nicht; für wollene Decken und Leinwand haben wir selbst dieselbe Erfahrung bei Anwendung dieser Methode vielfach gemacht.

6. Ohne obligatorische Desinfection und ohne sachverständige Ueberwachung derselben wird die Desinfectionsmethode mit heissem strömendem Wasserdampf nicht entfernt den Nutzen schaffen, den man von ihr zu erwarten berechtigt ist; das gilt übrigens auch von allen anderen Desinfectionsmethoden. Der blosse Erlass polizeilicher Verordnungen zur Desinfectionspflicht indess bringt wenig Nutzen, wenn nicht die Ausführung dieser Vorschriften auch streng controlirt wird. Allerdings existirten bisher z. B. in Berlin keine öffentlichen, dem Publicum allgemein zugänglichen Desinfectionsanstalten mit heissem Wasserdampf; allein wie wenig polizeiliche Vorschriften über Desinfection befolgt werden, auch da, wo solche Desinfectionsanstalten dem Publicum in Krankenhäusern einmal leicht zugänglich gemacht wurden, dafür liefert Merke in seiner oben citirten Arbeit „über Desinfectionsapparate und Desinfectionsversuche“ in der Vierteljahrsschrift für gerichtliche Medicin und öffentliches

Sanitätswesen 1882, Bd. 37, S. 107 ein sehr lehrreiches Beispiel. Bei der im Frühjahr 1881 in Moabit ausgebrochenen Pockenepidemie wurden die von Pocken heimgesuchten Familien polizeilicherseits angewiesen, alle transportablen Gegenstände, mit welchen die Kranken in Berührung gekommen, Betten, Wäsche, Kleider, gepolsterte Möbel etc. dem Barackenlazareth in Moabit, in dem sich Desinfectionsapparate befinden, zur Desinfection zu übergeben.

Nach der Berechnung von Merke geht man sicherlich nicht zu weit, wenn man behauptet, dass nur vielleicht der vierte Theil aller zu desinficirenden Gegenstände zur Desinfection eingeliefert und demzufolge wirklich desinficirt wurde.

Also ohne genaue Durchführung der polizeilichen Erlasse werden noch so zuverlässige Desinfectionseinrichtungen nur wenig Nutzen bringen.

In gleicher Weise muss man aber auch eine strenge sachverständige Ueberwachung der Desinfection selbst verlangen. Diese Ueberwachung hat sich zunächst auf die Prüfung der Brauchbarkeit der Apparate selbst, ehe man sie öffentlich aufstellt, zu beziehen. Hierbei ist nicht allein die erreichte Temperatur zu beobachten, sondern auch eine Anzahl physiologischer Experimente auf die Lebensfähigkeit der Bakterien nach der Einwirkung des Apparates auf verschiedenartige Objecte anzustellen. Sodann aber erscheint eine derartige strenge Ueberwachung der Desinfection deshalb besonders erforderlich, weil ich oft genug gesehen habe, dass es sonst sehr gewissenhaften Laien etwas langweilig wurde, 1—2 Stunden und, wenn man die Vorbereitungen hinzurechnet, noch länger zu desinficiren, und dass ihr Bestreben, die Desinfection abzukürzen nur an einer gewissen Hartnäckigkeit meinerseits scheiterte. Dass aber derartige Abkürzungen den Werth der Desinfection illusorisch machen können, dafür finden sich in unsern obigen Versuchen hinreichend Belege.

7. Die Anwendbarkeit der Desinfectionsmethode mit heissem strömendem Wasserdampf allein oder combinirt mit trockener Hitze ist eine sehr ausgedehnte.

Inficirte Wäsche, Betten, Matratzen, Decken, Teppiche, Polster, sämmtliche Bekleidungsgegenstände aus Wolle, Leinwand,



Seide, Sammet, ferner Lumpen, Papier, Bettfedern, Rosshaar, Watte, Jute, Seegras können nach dieser Methode sicher ohne bemerkenswerthe Beschädigung desinficirt werden. Allein auch dieses so zuverlässige Verfahren findet seine Grenzen; dieselben sind bedingt einerseits durch Umfang, Dichtigkeit, Feuchtigkeitsgehalt der eben genannten Objecte, andererseits aber auch darin, dass es gewisse Objecte giebt, denen überhaupt mit Hitze nicht beizukommen ist. In Bezug auf den ersten Punkt giebt unser Versuch IV im Bacon'schen Ofen einen sehr bemerkenswerthen Beweis. In diesem Falle war künstlich ein besonders dichtes Desinfectionsobject von dem umfangreichen Ballen von 22 wollenen Decken hergestellt worden, dadurch, dass die Decken sehr exact gerollt, von 2 Männern ausserordentlich fest geschnürt und zwischen Brettern eingepresst worden waren; ausserdem war der Ballen bei diesem Versuch noch intensiver durchnässt worden, als derselbe Ballen in Versuch III. Das Resultat war nun, dass allerdings die Desinfection des Ballens, unter diesen besonders erschwerenden Versuchsverhältnissen, dieses Mal auch noch erreicht worden war, wie die Impfungen ergaben; allein die erheblichen Widerstände machten sich in sehr bemerkenswerther Weise dadurch geltend, dass einmal eine über doppelt so lange Zeit erforderlich gewesen war, diesen Ballen zu desinficiren, als denselben Ballen z. B. in Versuch III, in dem die genannten Widerstände nicht so gesteigert waren, und dass andererseits trotz der 4 $\frac{1}{4}$ stündigen Einwirkung heissen Wasserdampfes und einer ganz besonders hohen trockenen Hitze — die Temperatur hielt sich innerhalb der ganzen Versuchszeit zumeist auf 145°C. — doch im Centrum dieses Ballens nur die Temperatur von 95°C. erreicht wurde. Diese Temperatur von 95°C. kommt aber bedenklich nahe der Temperatur von 91°C., bei der wir noch reichlichste Entwicklung der Milzbrandsporen sowohl als der Cholerabacillen sowie Impftod durch Milzbrand beobachtet haben (s. Bacon Versuch II).

Dieses Versuchsergebniss giebt also einen Hinweis, worin man die wesentlichen Widerstände zu suchen hat, die sich dem Eindringen des heissen Dampfes in die Desinfectionsobjecte entgegenstellen; dasselbe stellt aber auch ausser Frage, dass es gewisse Grenzen des Umfanges, der Dichtigkeit und Feuchtigkeit

der Desinfectionsobjecte giebt, über die hinaus die für gewöhnliche Verhältnisse so zuverlässige Desinfectionsmethode mit heissem strömendem Wasserdampf im Stiche lassen wird. In dieser Beziehung hebe ich besonders die grossen Ballen hervor, in denen Baumwolle, Wolle, Jute-Abfälle, Lumpen in den Handel kommen. Diese 4—5 Centner und darüber schweren Objecte werden meist, um beim Transport Raum zu ersparen, mit Hülfe hydraulischer Pressen allseitig ausserordentlich fest comprimirt. Solche etwa 1 cbm grosse Lumpenballen z. B. sind so dicht gepresst, dass ich bequem darauf stehen kann, ohne irgendwie einzusinken, trotz aller Bemühung, und dass ich nicht im Stande bin, bei aller Anstrengung in denselben auch nur 10—15 cm weit mit einem Stock oder ziemlich scharfen Eisen einzudringen. Das Gleiche gilt auch von den dichten Ballen überseeischer Wolle und Baumwolle, die so hart gepresst sind, dass sie sich wie Holz anfühlen. Das sind also Objecte, die in dieser Verfassung von dem heissen strömenden Wasserdampf bis zur vollkommenen Desinfection nicht durchdrungen werden, und die man aus inficirten Gegenden in diesem Zustande nicht über die Grenzen hinein lassen soll, zumal auch andere Desinfectionsmethoden (Chlor, Brom) einen noch ungünstigeren Erfolg geben in Bezug auf ihre Fähigkeit, in die Tiefe der Objecte einzudringen. Diese dicht gepressten grossen Ballen sind, Falls sie überhaupt zugelassen werden sollen, aufzuschnüren, aufzulockern und umzuschütten und für die Desinfectionsapparate eigens herzurichten, wobei Sorge zu tragen ist, dass die Arbeiter, welche das ausführen, sich nicht selbst inficiren und zu Infectionsträgern auf andere werden.

Es giebt aber sodann eine Anzahl von Desinfectionsobjecten, denen überhaupt nicht mit Hitze in der nöthigen Weise beizukommen ist. Dahin gehört zunächst der Kranke selbst und seine Wärter, ferner Krankenzimmer, Eisenbahnwagen, Transportwagen anderer Art, Lagerräume, Schiffsräume u. s. w. Hier kommen andere Desinfectionsmethoden in Betracht, die auf mechanischem Wege die Entfernung und durch chemische Mittel in Lösung oder in Gasform die Vernichtung der Infectionsorganismen beabsichtigen. Sehr viele der empfohlenen Desinfectionsmittel haben den Anforderungen nicht genügt, die an ein Desinfectionsmittel gestellt werden müssen nach dem jetzigen Stand-

punkt der Wissenschaft, der verlangt, dass durch ein solches nicht nur die sporenfreien Organismen sondern auch die resistenten Dauersporen sicher getödtet werden. Es ist nur eine relativ geringe Anzahl wirksamer Desinfectionsmittel übrig geblieben, wie die betreffenden Arbeiten in den „Mittheilungen aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte“ Bd. I und II nachweisen. Auch diese Mittel haben ihre bestimmten Grenzen, innerhalb deren das eine oder das andere in praxi nur mit Vortheil verwerthet werden kann; ein absolutes Desinfectionsmittel, das für alle in praxi vorkommenden Verhältnisse gleichmässig geeignet ist, existirt nicht.

Doch geht die weitere Erörterung dieser Fragen über die Absicht unserer vorstehenden Versuche hinaus.

Die vorstehenden Versuche hatten, wie Eingangs mitgetheilt, den Zweck, die Leistungsfähigkeit der Hitzedesinfection zu prüfen und zwar in grösserem, auf die practische Anwendung berechnetem Maassstabe und in Apparaten, die für die Praxis empfohlen, aber bisher nach den erforderlichen Methoden nicht geprüft worden sind.

Die Versuche sind auf Veranlassung des Herrn Geheimrath Virchow angefangen zu einer Zeit, als die Cholera Gefahr von Paris aus im vorigen Jahre für uns sehr nahe gerückt war. Wir befinden uns jetzt wieder von Spanien her derselben Gefahr gegenüber. Seitdem hat die Communalverwaltung von Berlin die Vorarbeiten für 2 stationäre Desinfectionsanstalten so weit gefördert, dass der Bau selbst bevorsteht. Die Anstalten sind in grossem Maassstabe beabsichtigt; jede Anstalt bekommt ein eigenes Kesselhaus und 4 Desinfectionsöfen, letztere mit je 11 cbm Rauminhalt.

Die segensreichen Wirkungen, die die Einwohnerschaft von dieser Einrichtung zu erwarten hat, wenn die oben angeführten Vorschriften berücksichtigt werden, gehen aus unseren vorstehenden Versuchen hervor. Diese Versuche sind um so mehr maassgebend für die zu erwartenden Resultate, als sich unsere Ergebnisse unmittelbar auf die hier beabsichtigten Desinfectionseinrichtungen übertragen lassen; denn die Apparate für diese stationären Anstalten sind aus der Fabrik von Schimmel u. Comp. angekauft und gerade solche Apparate in unserer obigen Ver-

suchsreihe Abtheilung II einer eingehenden Prüfung unterzogen.

Es ist aber dringend zu wünschen, dass jede Commune baldmöglichst Sorge trifft für ausreichende Desinfectionseinrichtungen, die auf dem Princip der Einwirkung heissen strömenden Wasserdampfes beruhen, und die, was bisher nur in sehr vereinzeltten Städten der Fall ist, dem Publicum ganz allgemein zugänglich sind.

---

## V.

### Die Acne contagiosa des Pferdes und ihre Aetiologie.

Von Prof. W. Dieckerhoff und Dr. P. Grawitz  
in Berlin.

(Hierzu Taf. II.)

---

#### I. Klinischer Theil.

Die als Acne contagiosa von uns bezeichnete Hautkrankheit des Pferdes, deren Pathologie in diesem Aufsätze erläutert werden soll, gehört zu den pustulösen Exanthemen und ist erst in der neuesten Zeit als eine besondere Krankheitsform erkannt worden. Aus England eingeführte, edle Reitpferde finden sich nicht selten mit dieser Krankheit behaftet, welche sich durch Ansteckung mittelst der Schabracken und Decken auf andre Pferde verbreitet. Da die Affection in Form der Pocke (Pustel) auftritt, so lag es nahe, den Namen der Pocken zu ihrer Bezeichnung zu gebrauchen. Mit der Variola des Menschen wird indess der Ausschlag von den Thierärzten mit Recht nicht identificirt. In der thierärztlichen Literatur fehlt es bis jetzt überhaupt noch an einer vollständigen Beschreibung des fraglichen Exanthems, so dass es uns nothwendig erscheint, den klinischen Verlauf und die Diagnose desselben etwas ausführlicher zu besprechen, um einer Verwechslung mit ähnlichen pustulösen Exanthemen vorzubeugen.