

XVIII.

Ueber Desinfection von Wohnungen.

Von

Paul Guttman, und H. Merke,

ärztlichem Director, Verwaltungs-Director
des städtischen Krankenhauses Moabit in Berlin.

Die Eröffnung der ersten öffentlichen Desinfectionsanstalt der Stadt Berlin, mit deren Prüfung auf ihre Wirksamkeit wir von den städtischen Behörden beauftragt worden waren und über deren Ergebnisse wir damals Mittheilungen gemacht haben¹⁾, gab uns Veranlassung, der Frage experimentell näher zu treten, in welcher Weise Wohnräume bei ansteckenden Krankheiten am zweckmässigsten desinficirt werden sollen. Denn diese Frage ist trotz vielfacher Versuche bis jetzt nicht gelöst.

Die Factoren, welche für praktische, allgemein anwendbare Desinfection von Wohnungen in Berücksichtigung kommen, sind:

- 1) vollständige Erhaltung ihrer Integrität;
- 2) Unschädlichkeit für die Arbeiter, welche die Desinfection ausführen, und für die Inwohner;
- 3) möglichst leichte Handhabung des Desinfectionsverfahrens;
- 4) geringe Kosten.

Der oft gehörte Vorschlag, dass gegenüber der Schwierigkeit, inficirte Wohnräume mit chemischen Mitteln wirksam zu desinficiren, es am zweckmässigsten wäre, einfach die Tapeten von Wänden und Decken abzureissen und die Flächen neu zu tapezieren, beziehungsweise nicht tapezierte, sondern mit Farben gestrichene Wände neu zu streichen, ist — ganz abgesehen von den grossen Kosten, die nur in einem kleinen Theile der Fälle die Ausführung ermöglichten — nicht als zweckmässig zu bezeichnen. Denn mit den hierbei nothwendigen handwerkerischen Arbeiten werden die an Wänden und Decken haftenden Keime

¹⁾ Vierteljahrsschrift für gerichtliche Medicin und öffentliches Sanitätswesen. 1886. Bd. 45. S. 137—170.

nicht zerstört, sondern in den übrigen Theil des Raumes beziehungsweise in die Nebenräume verschleppt.

Es ergibt sich hieraus von vornherein die Nothwendigkeit, die Infectionskeime an allen Orten des Raumes selbst, also an Wänden, Decken, Fussböden und in der Luft des Raumes zu vernichten.

Das waren die Gedanken, die uns geleitet haben, Desinfectionsversuche anzustellen mittelst eines anderen Verfahrens, als es bisher geübt worden war, nemlich mittelst Besprengung von Wänden u. s. w., an denen mikroorganismenhaltige Objecte befestigt waren, durch desinficirende Flüssigkeit aus einem Sprayapparat.

Da wir die Infectionskeime bei ansteckenden Krankheiten bis jetzt nur zu einem kleinen Theile kennen und es wahrscheinlich Keime giebt, welche eine ausserordentliche Widerstandsfähigkeit besitzen — es ist z. B. bekannt, dass das Contagium der Diphtherie, des Scharlachs, der Masern, des exanthematischen Typhus, der Pocken sehr lange in Wohnräumen sich wirksam erhalten kann —, so durften wir bei unseren Versuchen über die Wirksamkeit des anzuwendenden desinficirenden Mittels nicht solche Keime wählen, welche leicht abtödtbar sind, sondern wir mussten gerade solche wählen, bei denen diese Abtödtung erfahrungsmässig sehr schwer erfolgt. Solche Keime sind: die Sporen der Milzbrandbacillen und der Gartenerdebacillen.

Wir bemerken gleich im Voraus, dass die allergrösste Zahl unserer Versuche an den Sporen der Milzbrandbacillen ausgeführt worden ist, nemlich 450 Versuche, während die Zahl der Versuche an den Sporen der Gartenerdebacillen nur 53 betrug. Die letztgenannten Versuche werden in der folgenden Darstellung nicht berücksichtigt werden¹⁾.

Die Versuchsanordnung war folgende:

Seidenfäden, an denen Milzbrandsporen angetrocknet waren, wurden in einem mit verschiedenen Tapetenmustern tapezierten Raum mittelst Zeichenstiften an die Tapete (eine kleine Zahl von Fäden auch an Decken und Gardinen) angeheftet. Bei jeder

¹⁾ Erwähnt sei nur, dass die Gartenerdebacillen eine grosse, die der Milzbrandbacillen noch etwas übertreffende Widerstandskraft bei dem angewendeten Desinfectionsverfahren zeigten.

neuen Versuchsreihe wurde ein neuer Raum mit neuen Tapetenstücken beziehungsweise ein bereits benutzter Raum neu tapeziert zu den Versuchen hergerichtet.

Mehrmals wurden die Versuche auch in bewohnten Zimmern angestellt.

Vor Anheftung der Seidenfäden an die Tapete u. s. w. wurde ein kleines Stückchen eines jeden Fadens abgeschnitten und als Controle (mit der entsprechenden Nummer des zu den Desinfectionsversuchen dienenden Fadens versehen) in Nährgelatine gebracht. Es ergab sich, dass sämtliche 450 Controlfäden Wachsthum von Cultur in der ganzen Länge des Fadens zeigten und die mikroskopisch untersuchten gewachsenen Culturen aus Milzbrand bestanden.

Die Tapeten, an welchen die sporenhaltigen Seidenfäden angeheftet waren, wurden nun mit einer desinficirenden Flüssigkeit durch einen Sprayapparat in gleichmässiger Weise besprengt. Als Besprengungsflüssigkeit diente in den verschiedenen Versuchsreihen:

- 1) 5procentige Carbolsäure,
- 2) $\frac{1}{30}$ - wässrige Sublimatlösung,
- 3) $\frac{1}{40}$ - - - - -
- 4) $\frac{1}{30}$ - - - - -
- 5) $\frac{1}{20}$ - - - - -
- 6) $\frac{1}{10}$ - - - - -

Zahlreiche Versuche hatten ergeben, dass die zweckmässigste Desinfectionsmethode mit Flüssigkeiten in folgender Weise auszuführen sei:

Die Decken und Wände werden durch einen Sprayapparat mit der desinficirenden Flüssigkeit gleichmässig befeuchtet. Nach stattgehabter Aufsaugung beziehungsweise Verdunstung der Flüssigkeit — was etwa nach 15 Minuten bei Zimmerwärme erreicht ist — wird die Anfeuchtung wiederholt und zwar so lange, bis die Wandflächen vollkommen nass für das Auge sichtbar geworden sind und die Flüssigkeit, wegen bereits erreichter Durchtränkung der Fläche, von den Wänden gleichmässig herunterrieselt. Durch dieses Herunterrieseln wird erreicht, dass Staubtheilchen und eventuell andere Verunreinigungen, an welchen Keime anhaften, von Wänden und Decken abge-

spült werden und auf den Fussboden fallen müssen. * Letzterer muss vor Beginn der Desinfection der Wände mit der desinficirenden Flüssigkeit reichlich bespült sein.

In dieser Weise wurden die Wände (beziehungsweise auch die Decken) besprengt. Nachdem dann die Trocknung stattgehabt hatte, die je nach der Temperatur des Raumes — die Versuche dauerten vom Juli bis Anfang December — verschiedene Zeit beanspruchte, wurden die angehefteten Seidenfäden, welche eine Länge von 4—6 cm hatten, zwischen den Zeichenstiften abgeschnitten und unter den bekannten Cautelen in Nährgelatine gebracht¹⁾.

In einer Versuchsreihe wurden auch Tapetenstücke mit Milzbrandsporen material bestrichen und nach der Antrocknung dem Besprengungsverfahren ausgesetzt. Vorher waren Controlstücke aus den betreffenden Tapetenstücken ausgeschnitten und in Nährgelatine gebracht worden. Dasselbe geschah dann mit den Tapetenstücken, die zu den Desinfectionsversuchen gedient hatten. Wir haben in der späteren Zeit von diesen Versuchen Abstand genommen, weil diese an die Wand angehefteten Tapetenstücke durch andere Mikroorganismen, wie die Untersuchung der Culturen zeigte, oft stark verunreinigt waren, so dass einige Mal der Impfversuch an Mäusen nothwendig wurde, um zu entscheiden, ob die betreffenden Culturen Milzbrandbacillen enthielten oder nicht.

Nachdem die Versuchsanordnung in dem Bisherigen beschrieben wurde, muss schon jetzt erwähnt werden, dass die in der vorhin angegebenen Weise angehefteten Seidenfäden bei Besprengung und vollkommener Durchnässung mittelst 5procentiger Carbolsäure in 75 angestellten Versuchen nicht desinfectirt worden sind; an allen 75 Seidenfäden trat nach Einführung in Nährgelatine in der ganzen Ausdehnung der Fäden starkes und rasches Culturwachsthum ein (in der Brutschranktemperatur schon nach 18—20 Stunden, ebenso rasch und ebenso stark, als das Wachsthum in den Controlfäden er-

¹⁾ Diese Uebertragung in Nährgelatine geschah theils nach vorheriger Abspülung der Fäden in Alkohol, theils ohne Abspülung. Die nicht abgespülten Fäden zeigten ebenso starkes und rasches Wachsthum als die abgespülten.

folgte). Ferner muss auch jetzt schon erwähnt werden, dass unter den angewendeten Sublimatlösungen von verschiedenem Procentgehalt am meisten sich bewährt hat die Lösung von 1 auf 1000. Diese Lösung also müssen wir auf Grund unserer Versuchsergebnisse, deren Einzelheiten später noch erwähnt werden sollen, als desinficirendes Mittel in Vorschlag bringen.

Ob nun das erwähnte Desinfectionsverfahren und die hierzu in Vorschlag gebrachte Sublimatlösung den Anforderungen entsprechen, welche in den einleitenden Worten an eine praktisch verwendbare Desinfectionsmethode für Wohnungen gestellt worden sind, soll in dem Folgenden erörtert werden.

Was die erste Anforderung betrifft, dass die Integrität der Wohnung durch das Desinfectionsverfahren nicht zu leiden habe, so ist dieselbe bei dem genannten Verfahren erfüllt. Denn es hat sich gezeigt, dass die von uns zu den Versuchen benutzten Tapeten der verschiedensten Qualität und in den verschiedensten Farben, und zwar etwa 200 Tapetenmuster, ferner die in 4 Privatwohnungen in der Stadt nach dieser Methode besprengten Tapeten nicht nur nicht beschädigt worden sind, sondern dass die Farben der schon lange Zeit in den Wohnräumen befindlichen Tapeten nach der Desinfection wieder frischer erscheinen als vor der Desinfection. Dies erklärt sich durch die Abspülung der auf den tapezierten Wänden lagernden Staubschichten und sonstigen Verunreinigungen. Von dieser That- sache kann sich Jeder in seiner eigenen Wohnung leicht überzeugen. Neue Tapetenstücke, dem Besprengungsverfahren ausgesetzt und dann wieder trocken geworden, lassen sich von dem gleichen, dem Besprengungsverfahren nicht ausgesetzten Tapetenmuster durchaus nicht unterscheiden, wie uns vielfache Vergleichen gezeigt haben. Nur die allerschlechtesten Tapeten, solche, deren Preis etwa 15 Pfennige für die Rolle beträgt, würden das Besprengungsverfahren nicht ertragen können, weil bei diesen eine Verwaschung der Farben eintritt.

Auch bei getünchten Wänden kann dieses Verfahren ohne Bedenken angewendet werden. Wir haben solche Versuche (wobei also die milzbrandsporenhaltigen Seidenfäden an die getünchte Wand mittelst Zeichenstiften angeheftet wurden) an folgenden Leim-, Erd- und Metallfarben, mit denen die verschie-

denen Theile der Wände in den Versuchsräumen getüncht waren, angestellt:

- 1) Kalkfarbe,
- 2) weisse Tünche,
- 3) Neugelb,
- 4) Blau,
- 5) Englisch Roth,
- 6) Frankfurter Schwarz,
- 7) Zinkgrün.
- 8) Umbra,
- 9) Ultramariningrün,
- 10) Ocker.

Hieran knüpft sich die viel wichtigere zweite Frage: ob eine solche Sublimatlösung gesundheitsschädlich sei für die die Desinfection ausführenden Arbeiter und für die späteren Bewohner.

Was die ersteren, die Arbeiter, betrifft, so ergaben Versuche, bei welchen 4 inficirte Wohnungen von Privatleuten in Berlin in der Gesamtzahl von 12 Zimmern verschiedener Grösse, im Durchschnitt von etwa 100 cbm Rauminhalt, desinficirt wurden mittelst dieses Verfahrens, dass dieselben nur dann unangenehmen Einwirkungen ausgesetzt sind, wenn ihnen Theile von der an die Zimmerdecke gebrachten Desinfectionsflüssigkeit in Augen und Mund gelangen. Es tritt dann eine prickelnde Empfindung auf der Augenbindehaut und den Lippen und ein Salzgeschmack im Munde auf. Das lässt sich aber, zunächst zum Schutz der Respirationsorgane, vermeiden durch Verbinden eines Schwammes, andererseits lässt sich das Niederfallen der zerstäubten Flüssigkeit auf das Gesicht vermeiden durch die Benutzung eines etwas modificirten Sprayapparates, den die Firma Kaehler und Martini in Berlin, Wilhelmstrasse 50, unseren Zwecken entsprechend construirt hat¹⁾.

Dieser Apparat besteht aus folgenden Theilen:

- a) einem Tretapparat mit Doppelgebläse, durch dessen Betrieb Luft in einen umspannten Gummiballon gepumpt wird,
- b) einem mehrere Meter langem Gummischlauch,
- c) einem Glasgefäss zur Aufnahme der Desinfectionsflüssigkeit,

¹⁾ Derselbe ist für den Preis von 25 Mark dort zu beziehen.

d) einem eigens construirten, vermittelt Gummikork auf der vorerwähnten Flasche zu befestigenden gläsernen Zerstäubungsröhrchen mit doppelter Luftzuführung,

e) einer eisernen Gabel, in welche der Zerstäubungsapparat eingespannt werden kann und deren Zinken soweit verlängert sind, dass die gläsernen Zerstäubungsröhrchen vor einer Beschädigung während des Gebrauchs geschützt sind.

Durch Einschrauben von längeren oder kürzeren Holzstangen in die am untern Theile angebrachte Hülse ist eine Benutzung in jeder beliebigen Höhe ermöglicht. Und vor Allem kann man mittelst dieser Stangen durch Schrähhaltung des ganzen Apparates die Besprengung der Wände und Decken mit Leichtigkeit in der Weise bewirken, dass die Flüssigkeit in einiger Entfernung von der arbeitenden Person abträuft und somit letztere von ihr nicht getroffen wird. In der That hatten unsere, zur Desinfection von Privatwohnungen gesendeten Arbeiter bei Benutzung dieses Apparates keine Klage zu führen.

Erwähnt sei auch noch, dass man mittelst dieses Apparates mit Leichtigkeit alle Ecken des Wohnungsraumes, sichtbare Ritzen, Fugen u. s. w. mit der Desinfectionsflüssigkeit anfüllen kann.

Was zweitens die Bewohner betrifft, so war zunächst zu untersuchen, wie lange sich das Quecksilberchlorid, sei es als solches oder als durch Licht reducirtes Chlorür etc. in den besprengten Tapeten hält und nachweisen lässt. Es wurden deshalb Untersuchungen von den Apothekern unseres Krankenhauses, den Herren Göldner und Gützkow, in der Weise angestellt, dass sechs Bogen weisses Filtrirpapier, 2 in einfacher, 4 in doppelter Lage, in einem Vorraum eines Schuppens an einer Holzwand befestigt und drei davon mit einer Sublimatlösung 1:1000, drei mit einer solchen 1:2000 getränkt wurden. Nach dem Trocknen wurden, anfangs in kleineren, später in grösseren Zwischenräumen, Proben in der Grösse von 100 qcm entnommen und auf Quecksilber untersucht, indem das Papier mit angesäuertem Wasser ausgezogen und zum Filtrat Schwefelwasserstoffwasser hinzugesetzt wurde. Aus Controlversuchen, die mit Lösungen von bekanntem Sublimatgehalt angestellt wurden, und zwar so, dass immer gleiche Volumina des Auszuges und der Lösungen von

bekanntem Gehalt an Sublimat neben einander mit gleichen Mengen Schwefelwasserstoffwasser versetzt wurden, ergab sich eine stetige Abnahme des Quecksilbergehaltes, so dass nach 16 Tagen Schwefelwasserstoffwasser im Filtrat nur noch eine kaum erkennbare Färbung ergab. Nach dieser Zeit wurde der Nachweis des Quecksilbers in dem Filtrirpapier in der Weise geführt, dass aus dem Auszuge das Quecksilber durch metallisches Kupfer niedergeschlagen und der Niederschlag durch Sublimation mit Jod in Jodquecksilber übergeführt und so identificirt wurde. Vom 27. Tage an ergab auch diese Methode negative Resultate. Aus den Versuchen geht also hervor, dass der nach der Besprengung von Tapeten etc. in diesen zurückbleibende Sublimat allmählich verschwindet, wahrscheinlich durch die Luftbewegungen abgestäubt wird.

Obwohl nun die Gesamtmenge des Sublimats bei der Besprengung eines mittelgrossen Zimmers in der zu verwendenden Lösung von 1:1000 nicht höher ist als etwa 5 g fester Substanz — ausschliesslich derjenigen Sublimatmenge, die sich auf dem Fussboden befindet und nach Beendigung des Desinfectionsverfahrens entfernt wird —, so mussten wir dennoch in Berücksichtigung der erwähnten Versuchsergebnisse, dass der Sublimat sich einige Wochen lang, wenn auch in stets abnehmender Menge, in den Tapeten u. s. w. hält, darauf bedacht sein, dieses Mittel unschädlich zu machen. Dies liess sich in leichter Weise dadurch erreichen, dass, nachdem die Fliesspapierstücke mit der Sublimatlösung durchtränkt und trocken geworden waren, sie nunmehr mit einer 1procentigen kohlensauren Natronlösung besprengt wurden. Dieser Versuch, im Reagensglas mit einer etwas concentrirteren Sublimatlösung ausgeführt, giebt bekanntlich einen sehr starken etwa rostbraunen Niederschlag von Quecksilberoxychlorid. Der gleiche Versuch mit einer verdünnten Sublimatlösung, und zwar von 1:1000, giebt eine schwache Opalescenz, nach einiger Zeit aber sieht man auf dem Boden einen geringen krystallinischen rostfarbigen Niederschlag. Waren gleiche Volumina $\frac{1}{10}$ procentiger Sublimatlösung und 1procentiger Sodalösung angewandt, so genügte die Sodalösung vollständig, um den leicht löslichen Sublimat in das unlösliche Quecksilberoxychlorid überzuführen.

Ebenso nun, wie das Versuchsergebniss im Reagensglase, zeigten die Filtrirpapierstücke, wenn sie mit Sublimatlösung getränkt, darauf getrocknet und dann mit der 1procentigen kohlensauren Natronlösung besprengt wurden, hierauf wiederum getrocknet wurden, und der feine, abgestäubte Niederschlag auf Kartenpapier aufgefangen und mit Alkohol behandelt wurde, keinen Sublimatgehalt mehr. Ein ebenso negatives Resultat ergab der alkoholische Auszug aus dem Filtrirpapier selbst.

Der gleiche Versuch mit dem gleichen Ergebniss wurde an Tapetenstücken gemacht. Zu bemerken ist in praktischer Beziehung dabei, dass die Tapeten, ebenso wenig wie sie durch die Besprengung mit der Sublimatlösung eine Veränderung ihrer Farben erleiden, auch durch die nachfolgende Besprengung mit kohlensaurer Natronlösung nicht beschädigt werden. Der entstandene feine Niederschlag von Quecksilberoxychlorid ist auf der Tapete gar nicht sichtbar.

Es sei nunmehr kurz zusammengefasst, in welcher Weise die Desinfection eines Wohnraumes auszuführen sei.

Zunächst wird der Fussboden mit Sublimatlösung (1:1000) reichlich überschwemmt, um Keime, welche durch die Besprengung der Decke und Wände abgestäubt werden, aufzufangen und unschädlich zu machen. Sodann wird die Desinfection der Zimmerdecke vorgenommen, am besten in der Weise, dass man, strichweise vorgehend, wiederholentlich so lange den Spray darauf wirken lässt, bis zusammenfliessende Tropfen anzeigen, dass die Grenze für Wasseraufnahme erreicht ist. In gleicher Weise werden hierauf die Wände, gleichviel ob sie gestrichen oder tapeziert sind, bis zur vollständigen Durchnässung behandelt und endlich der Fussboden durch Aufnahme der darauf befindlichen Sublimatlösung und durch Nachspülen mit Wasser gereinigt. Dieser eigentlichen Desinfection folgt eine gleich sorgfältige Besprengung der Decke und der Wände mit 1procentiger Sodalösung und schliesslich nach dem Trocknen derselben die mechanische Entfernung der an der Oberfläche liegenden, also der Verstäubung durch die Luftbewegungen ausgesetzten Quecksilberoxychloridkrystalle durch Abfegen mittelst eines dichten Besens.

Das hier beschriebene Desinfectionsverfahren entspricht nun auch der dritten Anforderung, welche in den einleitenden Wor-

ten dieser Mittheilung gestellt wurde — einer möglichst leichten Handhabung. Die betreffenden Arbeiter haben, nach Besspülung des Fussbodens mit der Sublimatlösung — die auch mit gewöhnlichem Wasser bereitet sein kann, sobald sie innerhalb der ersten 24 Stunden nach Fertigstellung in Gebrauch kommt, nach Ablauf dieser Frist treten leicht Zersetzungen ein — die Sprayapparate zu füllen und nach allseitiger Besprengung des Zimmers denselben Apparat mit Sodalösung zu füllen (ebensfalls mit gewöhnlichem Wasser angesetzt). Dieselbe Person, welche den Sprayapparat zu dirigiren hat, kann gleichzeitig das Gebläse durch Auf- und Niederdrücken des Trittbrettes in Gang erhalten.

Auch die vierte Anforderung an eine praktisch verwerthbare Desinfectionsmethode, nemlich geringe Kosten ihrer Ausführung, ist in dem beschriebenen Verfahren erfüllt. Die Kostenaufstellung für die zu verwendenden Chemicalien würde folgende sein: Für ein mittelgrosses Zimmer von 60 cbm Raum würde etwa eine Wand-, Decken- und Fussbodenfläche von 75—80 qm mit Sublimat nass zu machen sein. Dazu würden nothwendig sein 8 g Sublimatflüssigkeit (1 : 1000); bei Verwendung gewöhnlichen Wassers und Selbstbereitung der Lösung betragen die Kosten des zu verwendenden Sublimats 4,5 Pfennige. Die Kosten eines gleich grossen Quantum einer 1procentigen Sodalösung in gewöhnlichem Wasser stellen sich auch nur auf einige Pfennige. Zu einer solchen Besprengung mit Sublimatlösung und später mit Sodalösung würden nothwendig sein etwa 6 Stunden Arbeitszeit eines Mannes. Es könnte also ein Arbeiter bei zweckmässiger Ausnutzung der Zeit in einem Tage eine Wohnung von 2 Zimmern desinficiren.

Um dem Kostenbetrage bei Besprengung mit $\frac{1}{100}$ procentiger Sublimatlösung gegenüberzustellen die Kosten für eine Besprengung mit 5procentiger Carbolsäurelösung — die wir aber auf Grund unserer Versuche nicht empfehlen können —, so würden dieselben sich für ein mittleres Zimmer auf 80 Pfennige stellen.

Wir müssen jetzt noch etwas näher darauf eingehen, warum wir die 5procentige Carbolsäurelösung als Desinfectionsmittel für Wohnungen nicht empfehlen können, dagegen empfehlen müssen die $\frac{1}{100}$ procentige Sublimatlösung.

Es war schon erwähnt worden, dass die mit 5procentiger Carbolsäurelösung besprengten beziehungsweise völlig durchnässten milzbrandsporenhaltigen 75 Seidenfäden nicht abgetödtet worden sind. Dieses constante negative Ergebniss hatten wir vorausgesehen. Denn Koch hatte bereits [vor mehr als 5 Jahren¹⁾] mitgetheilt, dass milzbrandsporenhaltige Seidenfäden, wenn sie selbst einen ganzen Tag in 5procentiger Carbolsäurelösung gelegen hatten, noch nicht abgetödtet waren, sondern dass die Abtödtung erst erfolgt war, wenn die Carbolsäurelösung länger als einen Tag eingewirkt hatte; vom zweiten Tage an also wuchsen die aus der Carbolsäure herausgenommenen und in Nährgelatine gebrachten Fäden nicht mehr. Die 4procentige Carbolsäure hatte erst am dritten Tage Sterilisation bewirkt.

Wenn schon in diesen Versuchen von Koch die 5procentige Carbolsäure durch ihre verhältnissmässig späte Wirkung auf Milzbrandsporen keine erhebliche desinficirende Kraft bewies, so werden die nachfolgenden Ergebnisse, die wir bei zahlreicher Wiederholung dieser Versuche gewonnen haben, ihren desinficirenden Werth für Milzbrandsporen fast ganz leugnen. Es hat sich nemlich das überraschende Resultat ergeben, dass Milzbrandfäden, welche 37 Tage in 5procentiger Carbolsäure gelegen hatten, nicht abgetödtet worden sind. Sämmtliche, in verschiedenen Zwischenräumen (anfangs täglichen, später längeren) aus der Carbolsäurelösung herausgenommenen und sofort in Nährgelatine gebrachten Fäden zeigten bereits nach 24ständiger Einwirkung der Brutschranktemperatur starkes (bei der mikroskopischen Untersuchung als Milzbrand erwiesenes) Wachsthum in der ganzen Länge des Fadens. Weisse Mäuse, welche mit Fäden (beziehungsweise mit den aus diesen Fäden in Nährgelatine gewachsenen Culturen), die 13, 15, 18, 22 und selbst 30 Tage in der 5procentigen Carbolsäurelösung gelegen hatten, in die Schwanzwurzeltasche geimpft wurden, starben an Milzbrand.

Die nachfolgende Tabelle giebt eine Zusammenstellung der durch einen 40 tägigen Zeitraum fortgeführten Versuchsreihe. Bemerkt sei noch, dass die benutzte 5procentige Carbolsäure aus *Acidum carbolicum liquefactum* hergestellt war, die bekanntlich

¹⁾ Ueber Desinfection. Veröffentlichungen des Kaiserlichen Gesundheitsamts. Bd. I. 1881. S. 241.

10 pCt. Wasser enthält, so dass die Flüssigkeit in Wirklichkeit nur $4\frac{1}{2}$ pCt. wasserfreie Carbolsäure enthielt. Es wurde aber in einer zweiten Versuchsreihe eine genau 5procentige Carbolsäure hergestellt durch Lösung der krystallisirten Carbolsäure in Wasser, und auch in dieser Lösung waren selbst nach 37 Tagen die Milzbrandsporen nicht abgetödtet worden.

Dauer des Liegenbleibens der Milzbrandseidenfäden in der 5procent. Carbolsäure (nach Tagen).	Hierauf in Nährgelatine oder in Bouillon gebracht. — Mikroskopische Untersuchung.	Bemerkungen.
1 Tag	Starkes Wachstum	
2 Tage	von Milzbrandcultur.	
3 -	-	
4 -	-	
5 -	-	
6 -	-	
7 -	-	
8 -	-	
9 -	-	
10 -	-	
11 -	-	
12 -	-	
13 -	-	Weisse Maus geimpft; Tod nach $1\frac{1}{2}$ Tagen an Milzbrand.
15 -	-	Weisse Maus geimpft; Tod nach $2\frac{1}{2}$ Tagen an Milzbrand.
18 -	-	Weisse Maus geimpft; Tod nach 18 Stunden an Milzbrand.
22 -	-	Weisse Maus geimpft; Tod nach 48 Stunden an Milzbrand.
26 -	-	
30 -	-	Weisse Maus geimpft; Tod nach 36 Stunden an Milzbrand.
33 -	-	
34 -	genau 5procentige Carbolsäure	Wachstum etwas schwächer.
37 -	der zweiten	Wachstum schwach.
38 -	Versuchsreihe	Kein Wachstum.
39 -	-	-
40 -	-	-

Nachdem trotz 37 tägigen Liegenbleibens der Milzbrandseidenfäden in 5procentiger Carbolsäure die Abtödtung der Milzbrandsporen noch nicht, sondern erst vom 38. Tage ab erfolgt war, dürfte wohl behauptet werden können, dass die 5procentige Carbolsäure auf Milzbrandsporen eine äusserst geringe Einwirkung übt. Und da alle Dauerformen von Mikroorganismen bekanntlich

sehr resistent sind, wenn auch mehr oder minder stark, so ist für alle Fälle, wo es sich um die Abtödtung dieser Dauerformen handelt, die Carbolsäure ungeeignet, also natürlich auch für Desinfection von Wohnungen bei ansteckenden Krankheiten nicht verwertbar, wo man annehmen kann, dass es sich um widerstandsfähige Keime handelt.

Eine solche Abtödtung von widerstandsfähigen Keimen, von Sporen, bewirkt aber in sicherer Weise der Sublimat. Dieses Mittel haben wir deshalb für Desinfection von Wohnungen empfohlen. Wenn wir dabei die Anforderung stellen, dass für die Anwendung des Sublimats in der von uns beschriebenen Methode, der Besprengung der Wände u. s. w., die Lösung desselben 1:1000 Wasser sein muss, so begründen wir diese Anforderung damit, dass nur diese Lösung in einem genügend grossen Procentsatz der Versuche die Milzbrandsporen in den Seidenfäden abgetödtet hat.

Wir lassen jetzt die Versuchsergebnisse bei den verschiedenen Lösungen des Sublimats von 1:5000 bis 1:1000 im Einzelnen folgen.

1. Von 75 milzbrandsporenhaltigen Seidenfäden, die (an Tapeten angeheftet) der Besprengung mit Sublimatlösung von 1:5000 in der früher beschriebenen Weise ausgesetzt worden waren, ist nicht ein einziger Faden sterilisirt worden. Nach der Trocknung in Nährgelatine gebracht und im Brutschrank gehalten, zeigten die Fäden schon nach 20 Stunden in ihrer ganzen Länge äusserst starkes Culturwachsthum — ebenso stark wie die dem Sublimat nicht ausgesetzten 75 Controllfäden. Die mikroskopische Untersuchung sämmtlicher 75 Culturen ergab: Reincultur von Milzbrand.

2. Von 75 milzbrandsporenhaltigen Seidenfäden, die mit Sublimatlösung von 1:4000 besprengt worden waren, wurden nur 2 Fäden (also nur 2,6 pCt. der Versuchsfäden) abgetödtet. Alle anderen 73 Fäden zeigten in Nährgelatine bei Bruttemperatur schon nach 20 Stunden starkes Wachsthum (ebenso wie alle 75 Controlstückchen der betreffenden Fäden) und bei der mikroskopischen Untersuchung Reincultur von Milzbrand.

3. Von 75 milzbrandsporenhaltigen Seidenfäden, die der Besprengung mit Sublimatlösung von 1:3000 ausgesetzt worden

waren, sind nur 3 (also nur 4 pCt.) sterilisirt worden. In allen übrigen 72 Fäden wuchs in Nährgelatine (ebenso rasch und stark als in allen 75 Controllfäden) Reincultur von Milzbrand.

4. Von 75 milzbrandsporenhaltigen Seidenfäden, die mit Sublimatlösung von 1:2000 besprengt wurden, blieben 22 (also 29,3 pCt.) steril. In allen übrigen (ebenso in sämtlichen 75 Controllfäden) trat in Nährgelatine Wachsthum ein, das sich mikroskopisch als Milzbrand erwies.

5. Von 75 milzbrandsporenhaltigen Seidenfäden, die mit Sublimatlösung 1:1000 besprengt worden waren, blieben 34 in Nährgelatine steril. Die übrigen Fäden zeigten Wachsthum (ebenso alle 75 Controllfäden); die mikroskopische Untersuchung ergab Milzbrand.

Also selbst eine Lösung des Sublimats von 1:1000 hat nur in 45,3 pCt. der Versuchsfäden Sterilisation bewirkt. Dennoch kann diese Lösung als vollkommen ausreichend für praktische Zwecke erachtet werden, weil eine so starke Anhäufung von widerstandsfähigen Sporen, wie es der Fall ist in den an Seidenfäden angetrockneten Milzbrandsporen, in Wohnungen kaum jemals vorkommen dürfte und weil durch das Berieselungsverfahren, wie schon erwähnt worden, die an Wänden und Decken haftenden Staubtheilchen etc. und die an ihnen haftenden Mikroorganismen auf den Fussboden fallen und in der hier befindlichen, den Fussboden reichlich überschwemmenden Sublimatlösung von 1:1000 sicher abgetödtet werden. Denn wie man schon aus Koch's Untersuchungen weiss, werden Milzbrandsporen, die in einer Sublimatlösung von 1:1000 liegen, sehr rasch abgetödtet¹⁾. Selbst in viel verdünnteren Sublimatlösungen, z. B. 1:5000, soll nach den Versuchen dieses Forschers die Abtödtung sehr rasch erfolgen, so rasch, „dass meistens eine einmalige Anfeuchtung der Milzbrandseidenfäden mit einer $\frac{1}{50}$ procentigen Sublimatlösung“ hierzu schon ausreichen sollte. Diese letztere Angabe konnten wir in unseren Versuchsergebnissen nicht bestätigen, wie dies ja schon die vorhin erwähnte Versuchsreihe lehrt, in der die Besprengung mit $\frac{1}{50}$ procentiger Sublimatlösung nicht einen einzigen der 75 Milzbrandfäden sterilisirt hat.

¹⁾ l. c. S. 277 ff.

Wir haben aber noch eine besondere Versuchsreihe unternommen, um festzustellen, wie lange Milzbrandsporen in Sublimatlösungen von verschiedenem Procentgehalt liegen müssen, um abgetödtet zu werden. Wir wollten kennen lernen den Unterschied in der Wirkung der Sublimatlösung, je nachdem die Milzbrandsporen in ihr liegen oder nur, wie in dem beschriebenen Verfahren, mit ihr besprengt werden. Es war als selbstverständlich vorauszusagen, dass das Liegen der Sporen in der Sublimatlösung sicherer und rascher abtödteten würde als das Besprengen. Dies haben die Versuche, die dann in einer Tabelle übersichtlich zusammengestellt werden sollen, auch bestätigt. Andererseits haben sie auch gezeigt, dass die verdünnten Sublimatlösungen viel langsamer, als nach den bisher gültigen Erfahrungen angenommen ist, die Milzbrandsporen abtödteten. Und so erklären diese Versuche auch, weshalb die Besprengung der Fäden an den Wänden mit $\frac{1}{50}$ procentiger Sublimatlösung ganz erfolglos war, mit $\frac{1}{40}$ - und $\frac{1}{30}$ procentiger nur vereinzelte Erfolge hatte.

Die in der folgenden Tabelle zusammengestellten Versuche sind mit jeder einzelnen Lösung zweimal und selbst dreimal angestellt worden. Nicht jedesmal waren die Resultate genau gleich — das ist ja nicht zu erwarten. Die Ungleichheiten bestanden darin, dass mitunter bei der Wiederholung einer Versuchsreihe der Zeitpunkt der eingetretenen Sterilisation etwas differirte von demjenigen in der ersten Versuchsreihe. Ferner kam es mehreremale vor, dass innerhalb einer Versuchsreihe ein Faden früher sterilisirt war als andere. Erheblich aber waren, wie gesagt, die genannten Ungleichheiten nicht. Die von Koch schon hervorgehobene Verspätung des Wachstums der Milzbrandseidenfäden, wenn Sublimat (in sehr verdünnten, nicht absolut abtödtenden Lösungen) auf die Milzbrandsporen eingewirkt hat, wurde auch in unseren Versuchen nach längerer Einwirkung des Sublimats sehr häufig beobachtet. Es kam vor, dass bei steter Brutschranktemperatur solche Seidenfäden erst nach 4, 5, selbst nach 9 Tagen Wachsthum von Cultur entwickelten. In der nachfolgenden Tabelle bedeutet das + Zeichen Wachsthum, das — Zeichen Sterilität. Das Wachsthum wurde mikroskopisch als Milzbrand festgestellt.

Sublimat 1 : 1000.		Sublimat 1 : 2000.		Sublimat 1 : 3000.		Sublimat 1 : 4000.		Sublimat 1 : 5000.	
Dauer d. Einwir- kung. Min.	Wachs- thum.	Dauer d. Einwir- kung. Min.	Wachs- thum.	Dauer d. Einwir- kung. Min.	Wachs- thum.	Dauer d. Einwir- kung. Min.	Wachsthum.	Dauer d. Einwir- kung. Min.	Wachs- thum.
1	+	5	+	5	+	5	+	10	+
2	+	10	+	10	+	10	+	20	+
3	+	15	+	15	+	15	+	30	+
4	+	20	+	20	+	20	+	40	+
5	+	25	—	25	+	25	+	50	+
6	+	30	—	30	+	30	+	60	+
7	+	35	+	40	+	35	+	75	+
8	+		am 4. Tage erst gewachsen	50	+	45	+	90	+
9	—			60	+	55	—	105	+
10	—	40	—	70	+	65	+		
11	—	50	—	80	+		stark verzögert		Maus geimpft stirbt an Milz- brand nach
12	—	60	—		+	75	+		46 Stunden.
13	—	70	—		erst am 5. Tage gewachsen,		erst am 5. Tage gewachsen	120	—
14	—	80	—		stirbt an Milz- brand nach	85	stark verzögert	150	—
15	—				4½ Tagen	95	+	180	—
16	—				—		sehr schwach, erst am	210	—
17	—				—		5. Tage gewachsen.	240	—
18	—				—		Maus geimpft stirbt an		
19	—				—		Milzbrand nach 36 Stdn.		
20	—				—				
				100		100			
				110		110			
				120		120			
						130			

Wir haben jetzt noch eines nahe liegenden Einwandes Erwähnung zu thun: warum wir nicht eine verdünntere Lösung als die von 1:1000 zur Desinfection von Wohnungen empfehlen, da ja die durch das Berieselungsverfahren auf den Fussboden fallenden Mikroorganismen auch in einer auf demselben befindlichen verdünnten Lösung von Sublimat vernichtet werden würden; z. B. würden sie in einer Lösung von 1:4000 laut den Ergebnissen der vorliegenden Tabelle spätestens nach 2 Stunden abgetötet sein. Wir glauben trotzdem die Anforderung der Lösung von 1:1000 stellen zu müssen. Denn zunächst ist es schwer, auf dem Fussboden längere Zeit eine ihn bespülende Sublimatlösung zu erhalten; es muss deshalb die in viel rascherer Zeit, schon nach 10 Minuten abtödtende $\frac{1}{10}$ procentige Sublimatlösung auch für den Fussboden verwendet werden. Diese Concentration ist aber auch deshalb nothwendig, weil es wohl denkbar ist, dass von den vielen todten Winkeln in einem Wohnraum (Ritzen, Furchen, Risse in den Tapeten u. s. w.) die Staubpartikelchen und die an ihnen eventuell haftenden Mikroorganismen trotz des Berieselungsverfahrens haften bleiben; deshalb muss Sorge getragen werden, dass an diesen Stellen eine möglichst sichere Abtödtung erfolgt. Und da die Versuche gezeigt haben, dass man durch die Nachbesprengung der Wände mit Sodalösung den in den Wänden enthaltenen Sublimat in eine unlösliche, durch Abstauben der Wände entfernbare Verbindung überführen kann, so liegt keine Veranlassung vor, eine verdünntere Lösung — es könnte überhaupt sich nur um die Lösung von 1:2000, nicht um die fast wirkungslos gewesene von 1:3000 handeln — als Besprengungsflüssigkeit für die Wände zu empfehlen.

Unsere Versuche haben — dahin möchten wir uns zum Schlusse dieser Arbeit resumiren — gezeigt, dass die Methode, welche wir zur Desinfection von Wohnungen vorschlagen, die Besprengung von Wänden und Decken (einschliesslich der Bespülung des Fussbodens) mit $\frac{1}{10}$ procentiger Sublimatlösung eine zweckmässige ist und sicherer die gestellten Aufgaben an praktische Desinfection erfüllt, als dies bei den früheren Versuchen, Wohnungen zu desinficiren, theils wegen ungenügender Wirksamkeit der Mittel, wesentlich aber wegen Unvollkommenheit ihrer Anwendung der Fall sein konnte.
