

[Aus dem bakteriologischen Laboratorium des Garnison-Lazareths zu
Strassburg i/E.]

Untersuchungen über die Verwendbarkeit des Formaldehydgases zur Desinfection grösserer Räume.¹

Von

Prof. Dr. **E. Pfuhl**,
Oberstabsarzt in Strassburg i/E.

Wenn auch die Methoden der Wohnungsdesinfection, wie sie jetzt in manchen grossen Städten zur Ausführung kommen, in Bezug auf die Sicherheit der Vernichtung der Ansteckungskeime nichts zu wünschen übrig lassen, so kann man doch häufig beobachten, dass die davon betroffenen Familien nur ungern darauf eingehen. Ja vielen, namentlich den Hausfrauen, ist die Art, wie dabei mit der Wohnungsausstattung umgegangen wird, ein Greuel.

Viel eher würden sich diese Leute eine Wohnungsdesinfection gefallen lassen, wenn dabei die Zimmer und deren ganze Ausstattung unberührt blieben. Der Wunsch, die Desinfection in dieser, für die Bewohner angenehmeren Weise ausführen zu können, ist wohl der Hauptgrund, weshalb immer wieder nach gasförmigen Desinfectionsmitteln gesucht wird.

Nachdem die mit so vielem Vertrauen aufgenommene Wohnungsdesinfection mit gasförmiger schwefliger Säure und mit Chlorgas sich nicht bewährt hat, ist es in neuerer Zeit das Formaldehydgas, auf das die grössten Hoffnungen gesetzt werden.

Die Versuche, die hierzu Anlass gegeben haben, wurden zuerst in der Weise vorgenommen, dass man in dem zu desinficirenden Raum das

¹ Eingegangen am 12. Juni 1896.

Gas aus Formalin, das etwa 40 Procent Formaldehyd enthält, sich entwickeln liess. Während Miquel, Philipp und Oehmichen damit sehr günstige Resultate erzielten, der erstere sogar zu dem Schluss kam, „dass Formaldehyddämpfe das einzige sicher und verhältnissmässig rasch wirk-same Mittel für die Desinfection grösserer Räume sind,“¹ spricht sich Ascoli² auf Grund seiner in grösseren Räumen angestellten Versuche dahin aus, dass sich die Formalindämpfe hierzu nicht mit Erfolg verwenden lassen, da die Wirkung des Formaldehyds sich nicht gleichmässig im ganzen Zimmer verbreite, und nicht alles Aldehyd, das sich aus der Lösung entwickelt, im gasförmigen Zustande verbleibe, sondern ein Theil davon sich in festen Polymeren (Trioxymethylen, Paraformaldehyd) absetzt, deren bakterienschädigendes Vermögen noch nicht bekannt ist.

In neuerer Zeit hat man den Versuch gemacht, eine raschere und reichlichere Entwicklung von Formaldehyd zu erzielen, als es bisher ver-mittelst des Formalins möglich war.

Man erreichte dies durch unvollständige Verbrennung von Methyl-alkohol in eigens für diesen Zweck construirten Lampen. Von diesen hat Dieudonné die Tollens'sche Lampe auch in einem grösseren Raume, einem Zimmer von 28.4^{cbm} Rauminhalt, geprüft. Im Ganzen wurden 200^{grm} Methylalkohol in Formaldehyd übergeführt. Nachdem die Prüfungs-objecte 24 Stunden lang den Dämpfen in dem gut verschlossenen Zimmer ausgesetzt waren, zeigte es sich, dass Cholera, Typhus und Staphylococcus aureus abgetödtet, dagegen die Milzbrandsporen und die Bakterien des Zimmerstaubes am Leben geblieben waren. Nach weiteren 24 Stunden waren nur einzelne Milzbrandsporen, welche in halber Zimmerhöhe sich befunden hatten, abgetödtet, während die anderen nur eine Entwicklungs-hemmung zeigten.

Weitere Versuche wurden dann von Dieudonné mit einem von Krell, Director der chemischen Fabriken Hüstener Gewerkschaft, erson-nenen Apparat angestellt. Dieser Apparat besteht aus einer Löthlampe und einem in das Ausströmungsrohr passenden Einsatz von Platingeflecht. Ein Versuch im Grossen wurde wieder in einem Zimmer von 28.4^{cbm} Rauminhalt und bei 10° Wärme ausgeführt, wobei im Ganzen 320^{grm} Methylalkohol in Formaldehyd umgewandelt wurden. Nach 24 Stunden waren sowohl die Milzbrandsporen als auch die anderen pathogenen Bakterienarten abgestorben.

¹ Citirt nach Dr. A. Dieudonné: Eine einfache Vorrichtung zur Erzeugung von strömenden Formaldehyddämpfen für Desinfectionszwecke. *Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte*.

² C. Ascoli, Sul potere disinfettante della formalina. *Giornale della R. Società italiana d'igiene*. Anno XVI. Nr. 7.

Mit Rücksicht auf den Ausfall dieses Versuches und wegen der günstigen Resultate der Versuche im Kleinen ist Dieudonné der Ansicht, dass „die Lampe für Kasernen, kleinere Krankenhäuser, besonders auf dem Lande, überhaupt für Anstalten, welche keine kostspieligen Einrichtungen sich anschaffen können, endlich vielleicht im Mobilmachungsfalle für das Feld ein verhältnissmässig billiges und äusserst einfach zu handhabendes Desinfectionsmittel sein dürfte.“

Weniger ermuthigend waren die Resultate, welche Cambier und Brochet¹ bei der Desinfection eines etwas im Zerfall begriffenen, 75^{qm} grossen Saales erhielten. „Es zeigte sich, dass die Fäulnissbakterien nach Verbrennung von 900^{gmm} Methyalkohol im ganzen Saale abgetödtet waren, dass hingegen die Verbrennung von 4800^{gmm} desselben auf den Heubacillus nur abschwächend, aber nicht tödtend wirkte.“

Mit Rücksicht auf diese Beobachtungen war es von Interesse, noch weitere Versuche darüber anzustellen, ob sich das Formaldehydgas für die Desinfection grösserer Kasernen oder Krankenzublen bewähren würde.

Als ich vom preussischen Kriegsministerium mit diesen Versuchen betraut wurde, versuchte ich mir zunächst eine Lampe zu verschaffen, wie sie Dieudonné benutzt und in seiner Veröffentlichung abgebildet hat. Als ich jedoch eine solche bestellte, konnte ich sie nicht gleich erhalten. Vielmehr wurde mir mitgetheilt, dass der Erfinder der Lampen, Director Krell in Hüsten, noch weitere Verbesserungen für nöthig hielt, um ein zuverlässiges Functioniren herbeizuführen. Ende October 1895 erhielt ich dann durch gütige Vermittelung des Hrn. Dieudonné von Hrn. Krell einen Apparat zur Erzeugung von strömendem Formaldehydgas mit der Mittheilung, dass es ausserordentlich schwer gewesen wäre, einen geeigneten, leistungsfähigen Fabrikanten für die Herstellung der Apparate zu bekommen, und dass er erst nach langen Versuchen und Erprobungen jetzt in der Lage wäre, einen soweit zuverlässig arbeitenden Apparat zu haben, dass er denselben aus der Hand geben könnte.

Anfangs Februar d. J. erhielt ich dann noch 17 weitere Lampen von 200^{ccm} Inhalt. Diese Apparate² zeigen eine wesentliche Verbesserung des Brennrohres gegenüber der von Dieudonné benutzten Lampe und besitzen ein Mundstück, das nach Einführung des Platingeflechtes auf das Brennrohr aufgesetzt wird und nicht nur die Flamme zum Verlöschen bringt, sondern auch zur Regulirung der Thätigkeit der Lampe dient.

¹ Cambier et Brochet, Sur la desinfection des locaux par l'aldéhyde formique gazeuse. *Annales de micrographie*. 1895. T. VII. — Referat im *Centralblatt für Bakteriologie*. 1896. Nr. 9/10.

² Eine gute Abbildung des Apparates nebst Gebrauchsanweisung ist von Hrn. Krell zu erhalten.

Beim Inbetriebsetzen der Lampe wird nun während der Erwärmung des Dochtrohres eine gewisse Menge Methylalkohol verdampft, ausserdem nach der Entzündung der Dämpfe beim Erhitzen des Brennröhres bis zur Rothgluth eine weitere Menge Methylalkohol in Kohlensäure und Wasser verwandelt, ferner von der Einführung des Platingeflechtes und dem Aufsetzen des Mundstückes an bis zur Aufstellung der Lampe im Versuchsraum ein Theil des Formaldehyds schon im Vorbereitungsraum entwickelt.

Um die Menge Methylalkohol zu bestimmen, die hierbei verloren geht, habe ich bei vier Versuchsreihen mit 2, 2, 3 und 7 Lampen sämtliche Lampen gleich nach der Füllung und dann nach dem Anzünden unmittelbar vor dem Hineinstellen in das Versuchszimmer abgewogen und dabei festgestellt, dass eine Lampe durchschnittlich 16.8 ^{gram} Methylalkohol verbraucht hatte.

Da bei der Lufttemperatur, bei der ich meine Versuche vorbereitete, die ganze Füllung von 200 ^{cem} Methylalkohol durchschnittlich 158 ^{gram} wog, so blieben für den Versuchsraum im Durchschnitt nur 141.2 ^{gram} übrig. Nach der Beendigung des Versuches wurde jede Lampe daraufhin untersucht, ob sie noch unverbrannten Methylalkohol enthielt, und die Menge des letzteren bestimmt.

Nachdem ich Anfangs Februar durch das liebenswürdige Entgegenkommen des Hrn. Director Krell im Ganzen 18 Lampen¹ von 200 ^{cem} Inhalt und den dazu nöthigen Methylalkohol² erhalten hatte, konnte ich endlich die Versuche im Grossen vornehmen.

Die Versuchszimmer fassten 263, 92 und 60 ^{cbm}. Das erstere konnte 7 Krankenbetten aufnehmen, das zweite 3 und das dritte zur Noth 2 Betten.

Die sämtlichen Möbel und sonstigen Sachen blieben während der Versuche an Ort und Stelle, ohne von dem Formaldehydgas irgendwie angegriffen zu werden. Die Infectionsstoffe brachte ich auf offenen Glaseschalen hinein. Es waren hauptsächlich solche Stoffe, die bei der Desinfection von Wohn- und Krankenzimmern wirklich in Betracht kommen konnten, wie z. B. frische und eingetrocknete tuberculöse Sputa, die jedes Mal zur Feststellung der Wirksamkeit der Tuberkelbacillen vorher auf Meerschweinchen übergeimpft wurden und, wie die weitere Beobachtung bewies, diese Controlthiere auch thatsächlich tuberculös machten. Ferner unterliess ich nicht, noch vor Beginn des Versuches Proben des tubercu-

¹ Zwei für das Laboratorium angekaufte Lampen wurden mit 20 Mk. per Stück berechnet.

² Der Methylalkohol wurde zu den Versuchen gratis geliefert. Sonst giebt die Hüstener Gewerkschaft den absolut reinen Methylalkohol zu 1.80 Mk. per Liter ab.

lösen Sputums auf Nähragar auszustreichen, um festzustellen, ob noch andere pathogene Bakterien darin enthalten wären.

Von Reinculturen wurden Typhusbacillen, Cholerabacillen, Diphtheriebacillen, Streptokokken, Staphylococcus aureus, Milzbrandsporen und Tetanussporen auf ihre Widerstandsfähigkeit gegen Formaldehydgas geprüft.

Indem ich in Betracht zog, dass diese Bakterien mit den menschlichen Secreten, Eiter u. s. w. auf die Wäsche, den Fussboden, die Wände oder die Zimmer-Ausstattung gelangen und hier in mehr oder weniger dicken Schichten und im frischen oder im trockenen Zustande angetroffen werden, so habe ich, ähnlich wie Prof. Löffler bei seinen Desinfectionsversuchen, frische Agarculturen und ausserdem Seidenfäden mit angetrockneten Reinculturen als Testobjecte benutzt. Schliesslich wurden noch Holzsplitter mit angetrockneten Tetanussporen, sowie bakterienhaltiger Zimmerstaub zur Prüfung herangezogen.

Diese Prüfungsgegenstände erhielten in den Versuchszimmern ihren Platz auf verschiedenen Tischen, die an den Wänden standen. Nur die Schalen mit tuberculösem Auswurf wurden auf den Fussboden gesetzt.

Was die Aufstellung der Lampen anlangt, so vertheilte ich sie auf verschiedene Stellen des Zimmers, um eine möglichst gleichmässige Vertheilung des Gases im Raum zu erzielen. Die eine Hälfte der Apparate stellte ich dabei auf die Tische, die andere Hälfte auf den Fussboden. Das letztere geschah mit Rücksicht darauf, dass der nascirende Formaldehyd eine ziemlich hohe Temperatur hat und zunächst in die Höhe an die Decke des Zimmers steigt und erst durch die Abkühlung und die Diffusion allmählich eine Mischung mit der Zimmerluft eingeht.

Eine gewisse Schwierigkeit machte die Vorbereitung des Zimmers für den Versuch, da der Erfolg wesentlich davon abhängt, ob die Fenster, Thüren und Ventilationsöffnungen abgedichtet sind oder nicht. So erklärt Hr. Director Krell den sehr günstig ausgefallenen Dieudonné'schen Versuch dadurch, dass der Raum sehr gut abgedichtet gewesen sein müsste. Auch führen Cambier und Brochet ihren Misserfolg bei der Desinfection eines Saales darauf zurück, dass dieser Saal etwas im Zerfall begriffen war, und dass sich zahlreiche Lücken in dem grossen Raume nicht hermetisch verschliessen liessen.

Nun war das Gebäude, in dem ich meine Versuche anstellte, zwar noch gut erhalten, aber die Thüren und Fenster schlossen die Zimmer durchaus nicht hermetisch ab, vielmehr waren sie, wie überhaupt im Elsass, undichter als in Norddeutschland. Unter den älteren Gebäuden Strassburgs, auch unter den neueren giebt es jedoch nicht viele, wo die Fenster und Thüren besser schliessen, als in meinen Versuchsräumen. Man muss also hier mit einer gewissen Undichtigkeit der Räume rechnen.

Ich liess zwar die sichtbaren Spalten und Ritzen nach Möglichkeit verstopfen, z. Th. auch mit gummirten Papierstreifen verkleben, doch war ich nicht im Stande, jeden Verlust an Formaldehyd nach den Nebenräumen hin zu vermeiden, wie ich mich einige Zeit nach dem Beginn jedes Versuches in der Nähe der Thüren durch den Geruch überzeugen konnte. Doch glaube ich, dass der Gesamtverlust nicht sehr bedeutend war, da ich in den anstossenden Räumen ohne besondere Belästigung weiter arbeiten konnte. Da man im Elsass bei der Desinfection grösserer Räume wohl nur selten eine bessere Abdichtung erreichen wird, so habe ich geglaubt, die Versuche fortsetzen zu müssen, um zu erfahren, wie sich in der Praxis die Desinfection mit Formaldehydgas unter diesen Verhältnissen bewähren würde. Dabei kommt noch in Betracht, dass die Fenster in den meisten Zimmern nur von innen her gedichtet werden können. Es ist aber durchaus nicht anzurathen, in einem inficirten Zimmer diese immerhin zeitraubende Arbeit vornehmen zu lassen, zumal die Desinfection der Arbeiter bei alleiniger Verwendung von Formaldehydgas sich sehr schwierig gestalten würde.

Was die Temperatur anlangt, bei der die Versuche vorgenommen wurden, so waren die Versuchszimmer, da die Witterung noch kalt war, geheizt. Gewöhnlich betrug die Temperatur beim Beginn des Versuches 16° C. und war bei Beendigung des Versuches, da mittlerweile der Ofen ausgebrannt war, bis auf 9° gefallen. In dem später zu erwähnenden 9^{cbm} grossen Raum, einem zwischen zwei geheizten Zimmern liegenden Hausflur, wurden die Versuche erst angestellt, als wärmeres Wetter eingetreten war, so dass die Temperatur Anfangs 15° , zum Schluss 13° betrug.

Die Dauer der Einwirkung der Dämpfe betrug gewöhnlich 20 bis 21 Stunden, da die Versuche meist zwischen 11 bis 12 Uhr Vormittags begannen und am nächsten Morgen zwischen 8 und 9 Uhr, wo die Thüren und Fenster geöffnet wurden, ihr Ende fanden. In einigen Fällen dauerten die Versuche nur 15 Stunden, nämlich von 5 Uhr Nachmittags bis 8 Uhr Morgens.

Die Hauptmasse der Dämpfe verschwand nach dem Oeffnen der Fenster ziemlich schnell, so dass ich schon 1 Stunde später, wenn auch unter einer gewissen Belästigung durch den Rest der Dämpfe, in dem betreffenden Zimmer arbeiten konnte. Oft war der Geruch noch 2 Tage später bemerkbar.

Sehr unangenehm war das Hineintragen der in Brand gesetzten Lampen in das Versuchszimmer, namentlich wenn daselbst schon einige Lampen in Thätigkeit waren. Dann war die Reizung der Augen- und

Nasenschleimhäute fast unerträglich und das Athmen in dem Versuchsraum unmöglich.

Eine Erleichterung verspürte ich nur dann, wenn ich mir einen mit verdünntem Alkohol getränkten Schwamm vor die Nase hielt, da der gewöhnliche Alkohol das Formaldehyd bis zu einem gewissen Grade absorbiert. Sehr bald wurden aber auch die Alkoholdämpfe lästig; ausserdem drang das Formaldehyd bei tieferen Athemzügen doch durch den Schwamm hindurch. Als ich daher bis zu 8 Lampen im Zimmer von 92^{cbm} und bis zu 9 Lampen im Zimmer von 60^{cbm} gekommen war, ohne die vollständige Abtödtung der angetrockneten Typhusbacillen und des Staphylococcus aureus erreicht zu haben, sah ich mich gezwungen, kleinere Versuchsräume auszuwählen, wo ich weniger Lampen anzuzünden hatte. Ich benutze dazu einen Hausflur von 9^{cbm} Inhalt, ferner die Desinfektionskammer eines fahrbaren Desinfektionsapparates von 2.22^{cbm} Inhalt und einen grossen Kleiderschrank von 1^{cbm} Inhalt, der sich in sehr vollkommener Weise abdichten liess.

In der beifolgenden Tabelle sind in der ersten Spalte die sämtlichen zur Prüfung gelangten Infectionsstoffe aufgeführt. In den folgenden Spalten Nr. 2 bis 17 die Resultate der einzelnen Versuche wiedergegeben. Dabei ist im Kopf der Spalten die Zahl der benutzten Apparate von 200^{ccm}, der Cubikinhalte der Zimmer¹ und der sonstigen Versuchsräume verzeichnet und ausserdem berechnet, wie viel Gramm Methylalkohol verbraucht worden sind.

Die Angabe, ob „lebend“ oder „todd“, richtet sich danach, ob die Bakterien nach Beendigung des Desinfektionsversuches noch auf Nähragar wuchsen oder nicht und ob die tuberculösen Sputa und die Splitter mit Tetanussporen noch Meerschweinchen bzw. Mäuse tödteten oder nicht.

Dabei stellte es sich heraus, dass manche Infectionskeime, die durch gewisse Menge Formaldehyd abgetödtet wurden, bei einem anderem Versuche, wo etwas grössere Mengen Gas entwickelt wurden, am Leben blieben.

Dieses verschiedene Verhalten einiger Infectionsstoffe, wie des frischen tuberculösen Sputums, der Agarculturen von Typhus- und Cholerabacillen, sowie von angetrockneten Diphtheriebacillen gegenüber dem Formaldehyd glaube ich so erklären zu müssen, dass die Dicke der Schicht, in der die Infectionsstoffe dem Formaldehyd ausgesetzt waren, selbst bei den Agarculturen nicht immer gleichmässig ausfiel, und dass das Gas in die dickeren Schichten nicht genügend eindrang.

¹ Ein Versuch, das Zimmer von 263^{cbm} mit Hilfe von 18 Lampen zu desinficiren, misslang. Dieser Versuch ist in die folgende Tabelle nicht aufgenommen worden.

1	2	3	4	5	6	7
Bezeichnung der Infektionsstoffe	3 Apparate für 92 cbm 4·6 grm auf 1 cbm	4 Apparate ¹ für 92 cbm 6 grm auf 1 cbm	5 Apparate für 92 cbm 7·7 grm auf 1 cbm	6 Apparate ² für 92 cbm 8·7 grm auf 1 cbm	8 Apparate für 92 cbm 12·3 grm auf 1 cbm	6 Apparate für 60 cbm 14·1 grm auf 1 cbm
A. Frisches tuberculöses Sputum.						
1. Tuberkelbacillen im frischen Sputum .	lebend	lebend	lebend	totd	lebend	totd
2. andere Bakterien „ „ „ .	lebend ³	totd	totd	totd	—	totd
B. Eintrocknetes tuberculöses Sputum.						
1. Tuberkelbacillen im eingetrockn. Sputum	—	—	—	—	—	—
2. andere Bakterien „ „ „	—	—	—	—	—	—
C. Frische Agarculturen.						
1. von Typhusbacillen	lebend ³	totd	totd ⁷	lebend ⁶	totd	totd
2. „ Cholerabacillen	lebend ⁶	—	totd	lebend ⁶	lebend ⁶	lebend ⁶
3. „ Diphtheriebacillen	lebend ⁶	totd	totd	—	totd	totd
4. „ Streptokokken	totd	totd	totd	—	totd	—
5. „ Staphylococcus aureus	—	lebend	—	lebend	—	totd
6. mit Milzbrandsporen	lebend	lebend	—	—	—	—
D. An Seldenfäden angetrocknete Bakterien.						
1. Typhusbacillen	—	—	—	lebend	—	lebend
2. Diphtheriebacillen	—	totd	—	totd	—	lebend
3. Streptokokken	—	totd	—	totd	—	totd
4. Staphylococcus aureus	—	lebend	—	lebend	—	lebend
5. Milzbrandsporen	lebend	lebend	lebend	—	lebend	—
E. Tetanussporen an Splitter angetrocknet.						
	lebend	—	lebend	—	lebend	—
F. Zimmerstaub.						
	—	—	—	—	—	—

¹ Es waren 25^{ccm} Methylalkohol unverbrannt zurückgeblieben.² „ „ 64 „ „ „ „³ „ „ 94^{grm} „ „ „ „⁴ Es war nur eine von den vier Lampen ausgebrannt.⁵ Es waren 124·2^{grm} Methylalkohol übrig geblieben.

8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
9 Apparate für 60 cbm	1 Apparat für 9 cbm	2 Apparate für 9 cbm	3 Apparate für 9 cbm	4 Apparate für 9 cbm	5 Apparate für 9 cbm	6 Apparate für 9 cbm	2 Apparate ³ für 2.22 cbm	4 Apparate ⁴ für 2.22 cbm	1 Apparat ⁵ für 1 cbm
21.2 grm auf 1 cbm	15.7 grm auf 1 cbm	31.4 grm auf 1 cbm	47.1 grm auf 1 cbm	62.8 grm auf 1 cbm	78.4 grm auf 1 cbm	94.1 grm auf 1 cbm	82 grm auf 1 cbm	134 grm auf 1 cbm	17 grm auf 1 cbm
totdt	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	totdt	totdt	—	—	—	—	—	—	—
—	totdt	totdt	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	lebend	lebend	lebend	lebend	lebend	lebend	—	—	—
							In Kapseln von Fließpapier mit einem Hemde locker bedeckt		
lebend	—	lebend ⁸	totdt	totdt	—	—	lebend	lebend	—
totdt	—	—	—	—	—	—	lebend	lebend	—
totdt	—	—	—	—	—	—	—	—	—
lebend	—	—	lebend	totdt	—	—	lebend	lebend	lebend
lebend	—	lebend	lebend	lebend	lebend	lebend	lebend	lebend	lebend
—	—	—	lebend	lebend	lebend	lebend	—	—	—
—	—	—	—	—	—	lebend	—	—	—

⁶ Nur ein Theil am Leben geblieben und in der Entwicklung gehemmt.

⁷ War die Typhuscultur mit einem Stück Leinwand bedeckt, so blieb darunter ein Theil der Bakterien am Leben.

⁸ Bei der Wiederholung des Versuches todt.

Nach der Tabelle erfolgte die Abtötung:

der Tuberkelbacillen im frischen Sputum erst bei der Verwendung von . . .	14·1 ^{erm}	Methylalkohol auf 1 ^{ebm}
„ „ eingetrockneten Sputum „ „ „	15·7 „	„ 1 „
„ anderen Bakterien des frischen Sputums „ „ „	6·0 „	„ 1 „
„ frischen Agarcultur von Typhusbacillen „ „ „	12·3 „	„ 1 „
„ angetrockneten „ „ „	47·1 „	„ 1 „
„ frischen Agarcultur von Cholera bacillen noch nicht bei . . .	14·1 „	„ 1 „
„ „ „ Diphtherie bacillen bei der Verwendung von . . .	6·0 „	„ 1 „
„ angetrockneten „ „ „	21·2 „	„ 1 „
„ frischen „ „ Streptokokken „ „ „	4·6 „	„ 1 „
„ angetrockneten „ „ „	6·0 „	„ 1 „
„ frischen „ „ Staph. pyog. aur. „ „ „	14·1 „	„ 1 „
„ angetrockneten „ „ „	62·8 „	„ 1 „
„ frischen Agarcultur mit Milzbrandsporen noch nicht bei . . .	94·1 „	„ 1 „
„ angetrockneten Milzbrandsporen noch nicht bei . . .	94·1 „	„ 1 „
„ „ Tetanussporen „ „ „	94·1 „	„ 1 „
„ einzelner Bakterien des Zimmerstaubes noch nicht bei . . .	94·1 „	„ 1 „

Bemerkenswerth ist dabei, dass sich die frischen und angetrockneten tuberculösen Sputa ziemlich leicht desinficiren lassen.

Da es sehr schwierig ist, denselben mit den gewöhnlichen Desinfections-mitteln beizukommen, so wäre es vortheilhaft, wenn das Formaldehyd zur Desinfection von Zimmern verwandt werden könnte, die mit tuberculösem Auswurf verunreinigt sind. Man würde jedoch hierbei für ein Krankenzimmer von 74^{cbm} (mit 2 Betten) mindestens 9 Lampen von 200^{cem} Inhalt, gewöhnlich aber 10 bis 11 Lampen brauchen, da man auf einen oder mehrere Versager rechnen muss. Die Inbetriebsetzung von 10 Lampen für ein so kleines Zimmer ist aber wegen der unvermeidbaren Reizung der Schleimhäute kaum ausführbar.

Ich habe deshalb Herrn Director Krell angefragt, ob er nicht Apparate mit grösserem Fassungsvermögen liefern könnte, um die Zahl der erforderlichen Lampen zu verringern. Hierauf habe ich unter dem 24. März d. J. die Antwort erhalten, dass sich eine wesentlich grössere Form des Apparats, namentlich bezüglich der Brennvorrichtung wohl kaum bewähren würde — man müsste dann eine viel complicirtere, wenig handliche Vorrichtung construiren. Dagegen habe er wohl in Aussicht genommen, den Füllraum der Apparate (bei gleichem oder wenig grösserem Brenner) später einmal zu vergrössern, so dass anstatt 200^{cem} etwa 500^{cem} Methylalkohol eingefüllt und letzterer in ca. 2¹/₂ Stunde verarbeitet werden könnte.

Von solchen grösseren Lampen würden für ein Zimmer von 74^{cbm} nur vier erforderlich sein.

Zur Desinfection von Zimmern oder sonstigen grösseren Räumen, die mit Typhus, Cholera, Diphtherie, Tetanus oder Milzbrand inficirt sind, möchte ich dieses Verfahren nicht ohne Weiteres empfehlen, desgleichen nicht für Operationszimmer, weil hierzu noch mehr Lampen gebraucht werden, und sich deshalb die Desinfection wegen der unangenehmen Nebenwirkungen auf die Arbeiter kaum ausführen liesse. Am bequemsten wäre das Formaldehyd zu verwenden, wenn es sich, etwa wie Kohlensäure und schweflige Säure comprimiren und in kleinen eisernen Flaschen in das zu desinficirende Zimmer tragen liesse, um daselbst an verschiedenen Punkten aufgestellt zu werden. Doch hat Krell, den ich darüber befragte, sich dahin geäussert, dass er diese Frage vorläufig verneinen müsse. Eine Publication von A. Kekulé¹ berichte allerdings von einem flüssigen Monoformaldehyd, welches bei — 21° siedet. Ihm sei es aber nicht gelungen, dieses Gas zu bekommen, und auch anderen Forschern scheine dies nicht gelungen zu sein, sonst würden längst weitere Publi-

¹ *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft.* 1892. Bd. XXV. S. 2435.

cationen darüber gekommen sein. Sobald das Formaldehyd in einiger-massen concentrirter Form auftrete, erfolge Polymerisation und aus dem gasförmigen Monoformaldehyd CH_2O entstehen je nach den Umständen Triformaldehyd, Hexaformaldehyd und noch höhere Polymere, welche nahezu indifferente feste Körper seien und kaum noch sterilisirende Wirkung haben.

Somit muss ich mich auf Grund meiner Erfahrungen dahin aussprechen, dass sich das von mir geprüfte Verfahren für die Desinfection grösserer Räume nicht eignet und das jetzt übliche, bewährte Verfahren der Wohnungsdesinfection nicht zu ersetzen vermag.

Nachdem die vorstehende Arbeit bereits abgeschlossen war, lernte ich eine Arbeit von G. Roux und A. Trillat¹ kennen; wonach in einem Saale von 78 ^{cbm} durch Verbrennung von 5 Liter Methylalkohol vermittelst des Bardet-Trillat'schen Apparates, also bei Verwendung von 51 ^{grm} Methylalkohol auf 1 ^{cbm} Rauminhalt, keine vollständige Abtödtung gewisser Infectionskeime erreicht wurde, was ich als eine Bestätigung meiner Versuche ansehen möchte.

Dagegen gelang es den genannten Forschern mit Hülfe eines formogenen Autoclaven, in welchem Formaldehyddämpfe durch Erwärmung der käuflichen Formaldehydlösung in Gegenwart eines neutralen Salzes erzeugt wurden, sämtliche Infectionsstoffe in einem 370 ^{cbm} grossen Saale bei Verwendung von 3 Liter Formaldehyd in 17½ Stunden und in noch kürzerer Zeit zu verrichten, desgleichen in einem Saale von 1400 ^{cbm} mit 9 Liter Formol in 36 Stunden.

Wie ferner Bosc² berichtet, hat er mit Hülfe des Autoclaven in einem Saale mit zwei Nebenzimmern, deren Inhalt im Ganzen 737.55 ^{cbm} betrug, nach dem Verdampfen von 4 Liter Formaldehydlösung bei 7½-stündiger Einwirkung (vom Beginn der Gasentwicklung an gerechnet) sämtliche Infectionsstoffe mit Einschluss von Milzbrandsporen abtöden können.

Danach scheint nach den bisherigen Versuchen für Desinfectionszwecke die Anwendung des vermittelst Autoclaven entwickelten Formaldehydes sicherer zu sein, als die Verwendung des Gases, welches durch unvollständige Verbrennung von Methylalkohol gewonnen wird.

¹ Essais de désinfection par les vapeurs de formaldehyde. *Annales de l'Institut Pasteur*. T. X. Maiheft.

² Ebenda.
