[Aus der hygien.-chem. Untersuchungsstation des X. Armee-Corps.]

Zur Bedeutung des Formalins, bezw. Formaldehyds als Desinfectionsmittel.¹

Von

Dr. K. Walter,
Assistenzarzt.

Die Frage der Nothwendigkeit der Desinfection überhaupt, sowie der Begrenzung ihrer Anwendung im Besonderen ist keineswegs stets in gleichem Sinne beantwortet worden und ist auch heute noch als vielfach umstritten anzusehen. Nur insofern ist wohl eine allgemeine Einigung erzielt, als man die Idee einer völligen Vernichtung aller Krankheitskeime ausserhalb des Menschen als unmöglich erkannt hat. Der Mensch als krankes Individuum sorgt selbst dafür, dass seine Feinde nicht alle werden. Trotzdem wird die Desinfection in richtiger Einschränkung und verständnissvoller Anwendung stets eins der wichtigsten Glieder in der Kette der Massnahmen bleiben, die zur Verminderung und Aufhebung möglichst aller die Existenzbedingungen des Menschen gefährdenden Einflüsse bestimmt, das Wesen der Hygiene ausmachen. Die Zahl der vorhandenen Desinfectionsmittel und -methoden ist recht gross und nimmt fast täglich zu, ein Beweiss, dass die vorhandenen noch nicht alles leisten, was man geleistet sehen möchte.

Der Werth eines Desinfectionsmittels hängt ab:

1. Von der Schnelligkeit und Sicherheit seiner keimtödtenden Wirkung gemessen an den erfahrungsgemäss widerstandsfähigsten Formen der Bakterien, den Dauerformen.²

¹ Nach einem am 6. Februar 1896 in der militair-ärztlichen Gesellschaft in Hannover gehaltenen Vortrage.

² R. Koch, Ueber Desinfection. *Mittheilungen aus dem Kaiserl. Gesundheitsamt.* 1884. Bd. II. S. 236.

2. Von seiner allgemeinen toxischen, sowie Organisches und Anorganisches zerstörenden Wirkung in den Concentrationen, die für eine sichere Desinfection und Antisepsis unbedingt erforderlich sind.

3. Von der Einfachheit seiner Anwendung.

4. Von der Möglichkeit, es auch ohne directe örtliche Application in wirkungsfähigem Zustande an die Stellen gelangen zu lassen, die durch eine solche Application schwer oder gar nicht zu erreichen sind, bezw. leicht übersehen werden, d. h. also von seiner Verwendbarkeit und Wirksamkeit in dampfförmigem Zustande.

5. Muss von einem idealen Desinfectionsmittel die Fähigkeit, seine chemische Individualität unter allen Umständen möglichst zu wahren, verlangt werden, d. h. es darf sich nicht zu leicht zersetzen, bezw. nicht mit den Substanzen, mit denen es in Berührung kommt, unwirksame chemische Verbindungen eingehen, bevor seine keimtödtenden Kräfte voll und ganz ausgenutzt sind.

6. Muss es dem öconomischen Grundsatz der Billigkeit Rechnung tragen.

7. Ist es als ein grosser Vorzug anzusehen, wenn ein Desinfectionsmittel einen möglichst geringen und eventuell sich leicht verflüchtenden Geruch besitzt.

In der ganzen grossen Reihe der uns bisher bekannten Desinfectionsmittel giebt es eigentlich kein einziges, welches den aufgestellten Anforderungen durchgehends entspräche. Das Sublimat z. B. verbindet mit seinem allerdings sehr hohen baktericiden Vermögen die Nachtheile einer recht starken Giftigkeit, sowie einer ziemlich erheblichen chemischen Labilität. Mit Eiweiss, auch mit Seife geht es sofort nach stattgehabter Berührung unwirksame Verbindungen ein. Der erste Vorwurf ist auch der Carbolsäure zu machen.¹ Ausserdem reizt bekanntlich die Carbolsäure in den überhaupt wirksamen Concentrationen die Haut in allerdings individuell verschiedener, meist recht unangenehmer Weise. Recht lästig ist endlich der ihr anhaftende Geruch. Der strömende Wasserdampf endlich — um die Reihe der üblichsten Desinfectionsmittel hiermit zu beschliessen — ist ja leider in der Verwendbarkeit seiner vorzüglich desinficirenden Wirkung einigermassen beschränkt. Es liegt dies in erster Linie an rein physikalischen und technischen Momenten, dann aber auch daran, dass viele Gegenstände, wenn sie dem strömenden Wasserdampf ausgesetzt waren, völlig verdorben sind.

¹ Z. B. Bogdanik, Ein Fall von Carbolvergiftung bei der rituellen Beschneidung. *Wiener med. Presse*. 1895. Nr. 33.

Als im Jahre 1893 von Schering's Fabrik das Formalin angekündigt wurde, da schien es nach dem Inhalte des Prospectes, als ob in diesem Stoff nunmehr ein Mittel geboten sei, welches die Eingangs aufgestellten Anforderungen sogar noch überträfe und somit die anderen bisher geübten Methoden und angewandten Mittel eigentlich überflüssig machte. Als Formalin bezeichnete die Fabrik eine 40 procentige Lösung des Formaldehyds, d. h. des Aldehyds der Ameisensäure oder des Oxydationsproductes des Methylalkohols, welches entsteht, wenn man die Dämpfe des letzteren über eine glühende Platinspirale zusammen mit Luft streichen lässt. Es entwickelt sich dabei bekanntlich ein farbloses, stechend riechendes, in Wasser leicht lösliches Gas, welches sich an der Luft leicht zu Ameisensäure oxydirt. Auf dem starken Reductionsbestreben bezw. -Vermögen beruht wohl auch in erster Linie seine desinficirende Wirksamkeit.

Das Verständniss der letzteren hängt eng zusammen mit der Kenntniss der wichtigen Rolle, welches das Formaldehyd in der organischen Chemie überhaupt spielt, und zwar sowohl in der Chemie der Eiweisskörper¹ als auch in der Synthese der Kohlehydrate. Auf dem zuerst von Löw² betretenen Wege fortschreitend, kam E. Fischer^{3,4} von Polymerisationsproducten des Aldehyds zur α -Acrose und weiter in der Synthese zum Traubenzucker.

Dem Formaldehyd in der Form einer 40 procent. wässrigen Lösung schrieb die Schering'sche Fabrik auf Grund vorangegangener Untersuchungen von Löw, Aronsohn, Trillat und Berlioz folgende Eigenschaften zu:

1. Sehr hohe baktericide Kraft schon in stark verdünnten Lösungen.
2. Geringe Toxicität.
3. Chemische Inactivirung von Fäulnisproducten wie Ammoniak, Schwefelwasserstoff u. s. w.
4. In den angewandten Lösungen Unschädlichkeiten für die Haut, sowie für alle mit dem Mittel in Berührung kommenden Gegenstände.
5. Verwendbarkeit in fester,⁵ flüssiger und Gasform.

¹ Hueppe, *Naturwissenschaftliche Einführung in die Bakteriologie*. Wiesbaden 1896. S. 52 ff.

² *Journal für praktische Chemie*. Bd. XXXIII. S. 321.

³ *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*. Bd. XXII. S. 359.

⁴ *Ebenda*. Bd. XXIII. S. 384.

⁵ Die Fabrik hat das Formalin auch von Kieselguhr in Pulver- und Pastillenform aufsaugen lassen, von denen das erstere 20 Procent, die letzteren 50 Procent Formalin enthalten, und unter der Bezeichnung Formalith in den Handel gebracht.

6. In concentrirtem Zustande eine eigenthümliche Wirkung auf die thierischen Gewebe, die als lederbildend bezeichnet wurde.

7. Hochgradige Flüchtigkeit, durch welche eine leichte Entfernung des Mittels nach Erreichung des Zweckes ermöglicht würde.

Die Zahl der wissenschaftlichen Arbeiten, die eine wissenschaftliche Prüfung des Formaldehyds bzw. des Formalins nach den verschiedensten Richtungen hin als Ziel verfolgten, war bei der durch Hrn. Stabsarzt Dr. M. Kirchner veranlassten Inangriffnahme der vorliegenden Arbeit im November 1894 verhältnissmässig klein, hat jedoch seitdem so zugenommen, dass, soweit ich orientirt bin, sich ungefähr 30 Autoren damit beschäftigt haben. Ein abschliessendes Urtheil über den Werth des Formaldehyds ist jedoch trotzdem keineswegs erreicht.

Mir kam es bei meinen Untersuchungen wesentlich darauf an, festzustellen, in wie weit das Formalin bzw. das Formaldehyd geeignet wäre, zur eventuellen Verwendung für sanitäre Zwecke in der Armee.

Um das vorläufige Endergebniss nach dieser Richtung hin schon vorweg zu nehmen, soll hier gleich bemerkt werden, dass ein definitives Urtheil noch nicht abgegeben werden kann, da unbedingt noch weitere Desinfectionsversuche im Grossen mit Formaldehyd angestellt werden müssen und auch angestellt werden sollen.

Als erster Untersucher muss Löw¹ erwähnt werden, dem bereits im Jahre 1888 die stark antiseptische Wirkung des Formaldehyds wohl bekannt war, und der gelegentlich anderer Untersuchungen einen Bacillus fand, welcher fähig war, Ameisensäure und Formaldehyd, letzteres als Formaldehyd — schwefligsaures Natron zu assimiliren, d. h. also zu Eiweiss umzubilden.²

Buchner und Segall³ arbeiteten dann 1889 schon über die antiseptische Wirkung des Chlorforms, Formaldehyds und Creolins in Gasform.

Erst 1892 fanden sie Nachfolger und zwar war es Trillat,⁴ der in einem Vortrage angab, dass mit Milzbrand inficirte Bouillon schon bei einem Formaldehydzusatz von 1 : 50000 unfruchtbar wird, und dass bei einem Vergleich mit Sublimat sich herausgestellt hat, dass zweimal weniger Formaldehyd dazu nöthig ist, um Zersetzung von rohem Fleisch-

¹ Löw, Physiologische Notizen über Formaldehyd. *Bericht der Gesellschaft für Morphologie und Physiologie*. München 1888.

² Löw, Ueber einen Bacillus, welcher Ameisensäure und Formaldehyd assimiliren kann. *Centralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde*. Bd. XII. S. 462.

³ *Münchener med. Wochenschrift*. 1889.

⁴ *Bulletin de société chimique de Paris*. 1892. 3 mars.

saft zu verhindern. Ueber denselben Gegenstand liess Trillat bald darauf weitere Mittheilungen¹ erscheinen.

Durch den erwähnten Vortrag veranlasst, veröffentlichte Aronson² die Ergebnisse seiner ursprünglich durch mehr theoretische Vermuthungen veranlassten Untersuchungen. Dieselben waren folgende: Vollständige Wachsthumshemmung von Typhus, Milzbrand und Staphylococcusculturen in Nährlösungen (Bouillon) mit Formaldehydgehalt von 1:20000; sehr behinderte Entwicklung bei einem Gehalt von 1:40000, keine sichere Einwirkung bei 1:80000. Ferner zeigten auf schrägerstarrtem Agar ausgestrichene Diphtherieculturen nach 10 Secunden langer Berührung mit 4procentigen Formaldehydlösungen, ja sogar schon mit 2.5 pro mill. Lösungen kein Wachsthum mehr. Die Wirkung des Formaldehyds in Dampfform suchte Aronson dadurch zu bestimmen, dass er auf den Boden diphtheriegeimpfter Agarröhrchen mittels Pipette je 1^{ccm} Formaldehydlösungen verschiedener Concentrationen brachte und die Röhrchen dann mit Gummikappen versehen — um das Entweichen des Formaldehyds zu verhindern — in den Brutschrank stellte. Wurde dann nach mehreren Tagen durch Entfernen der Gummikappen den Formaldehyddämpfen Gelegenheit zum Entweichen gegeben, so wuchsen keine Colonieen mehr.

Die Toxicität prüfte Aronson in der Weise, dass er Meerschweinchen eine Stunde lang in stark formaldehydhaltige Atmosphäre brachte. Die während der Versuchsdauer grosse Unruhe zeigenden Thiere erholten sich nachher in normaler Luft recht schnell. Aronson erwähnt an dieser Stelle Injectionsversuche von Prof. Zuntz, die ergaben, dass die tödtliche Dosis für Kaninchen nach subcutaner Injection ungefähr 0.24^{grm} pro Kilogramm des Thieres beträgt.

Von weiteren Untersuchern aus dem Jahre 1893 empfiehlt Lehmann³ das Formalin zur Desinfection von Bürsten und Kämmen, sowie zur Abtödtung der Erreger von Diphtherie, Tuberculose, Cholera, Erysipel, soweit dieselben an Kleidern, Pelzen, Ledersachen u. s. w. kurz an Gegenständen haften, die eine anderweitige Desinfection ohne Schaden nicht vertragen würden. Er bestätigt ausdrücklich, dass durch Formalin Beschädigungen irgend welcher Art nicht verursacht wurden.

Stahl's⁴ Versuche ergaben, dass Milzbrand-, sowie Gartenerdesporen in 1 pro mill. Lösungen nach 1 stündiger, in Lösungen von 1:750 bereits nach 1/4 stündiger Einwirkung abgetödtet waren. Unter eine Glocke von

¹ *Comptes rendues.* 1892.

² *Berliner klinische Wochenschrift.* 1892. Nr. 30.

³ *Münchener med. Wochenschrift.* 1893. Nr. 32.

⁴ *Pharmaceutische Zeitung.* 1893. Nr. 22.

28 Liter Inhalt, die auf einer mässig erwärmten Eisenplatte stand, wurden mit Reinculturen von Typhus, Milzbrand, Cholera u. s. w. frisch geimpfte Kartoffeln gelegt, und dann durch eine im Halse der Glocke befestigte Bürette berechnete Mengen von Formalin auf die Platte tropfen gelassen, wo sie binnen Kurzem verdampften. Nach bestimmten Zeiten wurde die Platte gelüftet und nun von den Kartoffeln auf Agar weiter geimpft. Das Ergebniss war, dass bei einem Gehalt der Luft von 2.5 Vol. : Procent Formalin nach einer Viertelstunde sämtliche Mikroorganismen — auch die Dauerformen — ihre Wachsthumfähigkeit dauernd verloren hatten. Weitere Versuche von Stahl, die Sterilisirung von Verbandstoffen mittels eingelegten Formaliths betreffend, ergaben ebenfalls recht günstige Resultate (Milzbrandsporen nach 48 Stunden todt) und lassen es empfehlenswerth erscheinen, die an sich ja nicht sterile Jodoformgaze, welche bei Einwirkung heisser Wasserdämpfe bis 50 Procent Jodoform verlieren kann, dadurch steril zu machen, bezw. zu erhalten, dass man in die Aufbewahrungskästen Formalith legt.

Endlich gelang es Stahl noch Tapeten und Stoffproben durch Besprengen mit 0.5 bis 2 procentigen Formalinlösungen, die dann $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Stunde einwirkten, völlig keimfrei zu machen, ohne die Farben irgendwie anzugreifen.

Die härtende und conservirende Wirkung des Formalins wurde von Herrmann¹ lobend anerkannt; er fand schon nach 12 bis 24 stündiger Einwirkung von 0.5 bis 1 procentiger Lösung Organstücke und ganze grosse Organe durch und durch gehärtet.

Ueber gleiche Versuche berichtet Blum.² Die Arbeiten von Hauser³ und Gegner,⁴ welche die Wirkung des Formalins in Dampfform behandeln, waren mir nicht zugänglich.

In der, Anfang des nächsten Jahres 1894 erscheinenden kleinen Arbeit von Schmidt⁵ wurden die stark desodorirenden Wirkungen des Formalins chemisch erklärt und damit die Sicherheit geboten, dass es sich hier thatsächlich um eine Vernichtung der schädlichen Substanzen handelt. Zur Illustrirung der betreffenden Vorgänge mögen einige Beispiele citirt werden:

¹ *Anatomischer Anzeiger*. December 1893.

² *Zeitschrift für Mikroskopie und mikroskop. Technik*. Bd. X. S. 314.

³ Verwendung des Formalins zur Conservirung von Bakterienkulturen. *Münch. med. Wochenschrift*. 1893.

⁴ Ueber einige Wirkungen des Formaldehyds. *Ebenda*.

⁵ *Pharmaceutische Zeitung*. 1894. Nr. 6.

Nach Nencki und Sieber rührt der Geruch der Fäces grösstentheils von Methylmerkaptan her.

3. Mit Ammoniak und Ammoniakbasen giebt CH_2O sofort geruchlose Verbindungen, in erster Linie das Hexamethylentetramin. Diese Eigenschaft ist von Löw,¹ Trillat,² Pottevin³ zur quantitativen Bestimmung von Formaldehyd benutzt worden. Dieser Körper ist noch aus anderen Gründen interessant. Von Nikolaier⁴ ist er unter der Bezeichnung Urotropin als harnsäurelösendes Mittel in Dosen von 1 bis 1.5 gr^m pro die empfohlen worden, ausserdem als geeignet die ammoniakalische Gährung des Harns in der Blase zu hindern. Freudig wird wohl von Vielen die Fähigkeit des Hexamethylentetramins begrüsst werden, den penetranten Geruch des Jodoforms zu verdecken.⁵

4. Mit Scatol endlich verbindet sich Formaldehyd bei Zusatz von Säure sofort zu einer geruchlosen Verbindung.

Auf Grund dieser Versuche erscheint Schmidt die Möglichkeit einer wirksamen Desinfection und Desodorirung von Excrementen und oberflächlich angefaultem Fleisch mittels Formalin ausser Zweifel.

Sehr eingehend beschäftigen sich die Versuche von Pottevin⁶ sowohl mit der entwicklungshemmenden als auch mit der bakterientödtenden Kraft des Formaldehyds. Diese beiden Fähigkeiten müssen ja nach dem Vorgange R. Koch's⁷ und Anderer stets gesondert bestimmt werden, da sie keineswegs immer in einem bestimmten Verhältniss zu stehen brauchen.

In Bezug auf die entwicklungshemmende Wirkung decken sich die Pottevin'schen Ergebnisse mit denen von Trillat und Aronson, indem auch er die sicher entwicklungshemmende Concentration auf 1:20 000 feststellt. Pottevin bestreitet aber die hierher gehörigen Angaben von Schild, betreffend die Widerstandsfähigkeit des Typhusbacillus und des Bacterium coli commune gegenüber dem Formalin. Schild fand nämlich, dass der Typhusbacillus bereits bei Zusatz von

¹ *Journal für prakt. Chemie.* Bd. XXXIII.

² *Comptes rendues.* 1893.

³ *Annales de l'Institut Pasteur.* 1894.

⁴ *Deutsche med. Wochenschrift.* 1895. Nr. 34.

⁵ *Pharmaceutische Zeitung.* 1896. Nr. 11.

⁶ A. a. O. S. 8.

⁷ *Mittheilungen aus dem Kaiserl. Gesundheitsamt.* 1884. Bd. II. S. 239.

1:13000 Formaldehyd in seinem Wachsthum gehindert werde, während diese Hemmung für das *Bacterium coli* erst bei Concentration von 1:4000 einträte. Er benutzte diesen Unterschied zur Differentialdiagnose in der Weise, dass er sich Formaldehydgelatine (1:13000) herstellte, dieselbe mit verdächtigem Stuhlgang impfte und für den Fall eines Klarbleibens auf das Vorhandensein von Typhuskeimen schloss. Pottevin fand nun zwar allgemein in formalhydisirten Nährlösungen ein schnelleres Wachsthum des *Bacterium coli*, nie aber sah er Entwicklung in Concentrationen von 0.07:1000, = 1:14 800.

Die keimtödtende Wirkung des Formaldehyds als Gas hängt, wie aus den Versuchsreihen hervorgeht, ab, nicht nur von der Concentration der antiseptischen Dämpfe, sondern auch von der Temperatur und davon, ob die zu desinficirenden Gegenstände trocken oder feucht sind. Bei höheren Temperaturen (35°), sowie bei feuchtem Zustande der Objecte ging die Abtödtung bei weitem schneller von statten. Beides ist ja bereits eine ältere auch für andere gasförmige Desinficientien zutreffende Erfahrung.

Schon Koch¹ und Wolfhügel² haben in ihren sehr eingehenden Untersuchungen über die schweflige Säure diesen Umstand betont und das Behauptete zur Evidenz erwiesen, ebenso Fischer und Proskauer³ bei der Prüfung des Chlor und Broms.

Pottevin constatirte ferner eine Beeinflussung des Gerinnungsprocesses der Milch durch Lab bei Gegenwart von Formaldehyd und zwar im Sinne einer starken Verzögerung. Lab mit concentrirten Formaldehydlösungen in Berührung gelassen wurde bald unwirksam, ebenso Diastase.

Bezüglich der Toxicität des Formaldehyds kam Pottevin zu etwas von anderen Autoren (Trillat, Aronson) abweichenden Ansichten. Er fand, dass Thiere bereits nach subcutaner Application von 0.25^{grm} pro Kilogramm, bzw. 0.03 nach intravenöser Application meist nach einigen Wochen in kachektischem Zustande starben. Nach Trillat u. Aronson waren Dosen von 0.53, bzw. 0.38^{grm} pro Kilogramm noch wirkungslos. Bei subcutaner Einspritzung von mehr als 2 procentigen Lösungen bekam Pottevin häufig ausgedehnte Hautnekrosen; spritzte er Kaninchen 0.04^{grm} pro Kilogramm in die Venen ein, starben die Thiere augenblicklich. Die Obduction ergab völlige ausgebreitete Gerinnung des Blutes. Meerschweinchen endlich, die einige Tage lang Formaldehyddämpfen ausgesetzt waren, gingen ein. Pottevin empfiehlt daher einige Vorsicht bei der Verwendung des Formaldehyds.

¹ A. a. O. S. 9.

² *Ebenda*.

³ *Ebenda*. Bd. I.

Versuchsergebnisse über die Brauchbarkeit des gasförmigen Formaldehyds zur Desinfection von Räumen im Grossen wurden veröffentlicht von Philipp,¹ Miquel,² Bardet,³ Cambier und Brochet,⁴ sowie Ascoli⁵ mit im Allgemeinen günstigen Resultaten, die im Einzelnen aufzuführen ich jedoch unterlasse.

Besonderes Interesse verdienen zwei aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamt stammende Arbeiten. Die erste von Oehmichen⁶ enthält Versuchsergebnisse über Trikresol und Formalin in Rücksicht auf die Grossdesinfection. Um das gleich vorweg zu nehmen, erwies sich das letztere dem ersteren weit überlegen. Die Versuchsanordnungen waren folgende: Tuberculöses Sputum auf einem glatten Holzbrett angetrocknet und mit 1 procentiger Formalinlösung besprengt, blieb je 5, 15, 30 Minuten damit in Berührung; nachher abgekratzt, wurde es je zwei Meerschweinchen in die Bauchhöhle injicirt. Die mit 5 Minuten-Sputum injicirten Thiere zeigten typische Tuberculose, die anderen blieben gesund und wiesen bei der Obduction keinerlei tuberculöse Erscheinungen auf. Der Versuch, in gleicher Weise mit Sputum-inficirten Stoffproben (Sammet, Seide, Tuch, Flanell) wiederholt, ergab überall positives Resultat, d. h. Tuberculose. Nur zwei Meerschweinchen, die nach 12, bezw. 13 Tagen todt gebissen waren, waren bis dahin frei geblieben. Mit Recht weist Oehmichen darauf hin, dass bei Desinfectionsversuchen nicht allein der „Wirkungswerth der Desinficientien und das infectiöse Material, sondern auch das Substrat, an dem letzteres haftet, in Rechnung zu ziehen sei,“ da „im losen Gewebe doch der eine oder andere Keim Schutz vor dem nachdringenden Desinfectionsmittel findet.“

Milzbrandsporen in Seidenfäden waren in 1 procentiger Lösung nach 24 Stunden, in 2 procentiger Lösung nach 2 Stunden abgetödtet.

Die Wirkung des Formalins in Dampfform wurde zunächst im Kleinen an Milzbrandsporen in Seidenfäden geprüft, die theils frei, theils in Fliess- und Schreibpapier eingewickelt, unter einer Glocke von 1800^{ccm} Inhalt den Dämpfen einer Kieselguhrpastille von 6^{gmm} Gewicht, also 3^{gmm} Formalin Inhalt, ausgesetzt wurden. Die freien Sporen waren nach 2 Stunden, die in Fliesspapier verpackten nach 4 Stunden, die in Schreibpapier befindlichen überhaupt nicht abgetödtet.

¹ *Münchener med. Wochenschrift.* 1894. S. 926.

² *Annales de Micrographie.* 1894/95.

³ *Bullét. génér. therap.* 1895. Nr. 18.

⁴ *Revue d'Hygiène.* 1895. Nr. 2.

⁵ *Sul potere decinfettante della formalina.* Milano (Civelli) 1894.

⁶ *Mittheilungen aus dem Kaiserl. Gesundheitsamt.* Bd. XI. S. 273.

Dieser Versuch im Grossen ausgeführt, ergab ähnliche Resultate: in einem Zimmer von 43.75 ^{cbm} Inhalt wurden in verschiedener Höhe Testobjecte (Culturen u. s. w.) vertheilt und dann sieben grosse Schalen mit im Ganzen 450 ^{ccm} Formalin aufgestellt. Nach 24 und 48 Stunden wurden Proben entnommen. Luftbakterien und Schimmelpilze waren ganz unbeeinflusst geblieben, die anderen Keime waren zum grössten Theil abgetödtet, wenigstens nach 48 Stunden. Durch bewegte Formalindämpfe erzielte Oehmichen eine schnellere und sichere Wirkung. Er setzte die Luft in einem Metallcylinder mittels eines am Boden desselben angebrachten durch einen kleinen Wassermotor gedrehten Flügelrades in Bewegung, und erreichte dann für freiliegende, an Seidenfäden angetrocknete Milzbrandsporen für Staphylokokken und Choleravibrionen bereits nach einer Stunde, für verpackte in durchschnittlich zwei Stunden Abtödtung. Sein Urtheil fasst er zusammen indem er sagt: „Das Formalin dürfte demnach berufen sein, in Epidemien zur Desinfection von Effecten und Zimmern in Zukunft eine Rolle zu spielen.“

Eine andere Methode wurde in der zweiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamt stammenden Arbeit von Dieudonné¹ mit Vortheil in Anwendung gezogen und auf ihre Brauchbarkeit eingehend geprüft. Die Methode basirt auf dem Herstellungsverfahren des Formaldehyds und lässt dasselbe als solches in statu nascendi zur Wirkung gelangen. Wie bereits Eingangs erwähnt, wird Formaldehyd dadurch gewonnen, dass man einen mit Holzgeist beladenen Luftstrom über eine glühende Platinspirale streichen lässt (A. W. v. Hofmann's Verfahren). Nach diesem Princip hatten bereits Cambier und Brochet² eine Lampe construirt, bei der praktischer Weise die Luftzufuhr beliebig geregelt werden konnte. Sie erzielten mit dieser Lampe bei ihren, sowohl im Kleinen als auch im Grossen angestellten Versuchen sehr günstige Resultate. Dieudonné arbeitete Anfangs mit einer von Tollens vereinfachten Lampe. Er konnte feststellen, dass, wenn er diese Lampe 10 Minuten unter einer 10 Liter haltenden Glasglocke brennen liess, Cholerabakterien nach 5, Typhus nach 7, Staphylokokken nach 11 Minuten sicher abgetödtet wurden; Milzbrandsporen brauchten 1½ Stunden, Staubproben, die offenbar sehr resistente Sporen enthielten, sogar 5 Stunden.

Der in einem 28.4 ^{ccm} fassenden Zimmer angestellte Versuch, bei dem etwa 200 ^{ccm} Methylalkohol verbraucht wurden, ergab Abtödtung von Cholera, Typhus und Staphylococcus nach 24 Stunden, Milzbrandsporen dagegen waren nur theilweise abgetödtet. Die Schuld misst Dieudonné der zu geringen Menge des Formaldehyds bei.

¹ *Mittheilungen aus dem Kaiserl. Gesundheitsamt.* Bd. XI. S. 534.

² A. a. O. S. 12.

Die Tollens'sche Lampe liess eine Regulirung der Luftzufuhr nicht zu. Eine solche ist aber für die Menge des sich entwickelnden Formaldehyds von allergrösster Bedeutung. Dieudonné benutzte daher des weiteren eine von Hrn. Krell, Director der Hüstener Gewerkschaft in Bruchhausen bei Hüsten, ersonnene Vorrichtung, durch welche eine zu reichliche Luftzufuhr beschränkt und damit eine vollständige Verbrennung des Methylalkohols verhindert wird; umgekehrt aber wird dadurch gleichzeitig eine zu geringe Luftzufuhr vermieden, bei welcher nach Cambier und Brochet stets Kohlenoxyd, wenn auch in nicht beträchtlicher Menge, auftritt. Die Ergebnisse der mit dieser Lampe angestellten Versuche waren kurz folgende:

Unter der Glasglocke wurden verschiedene Mengen von Holzgeist verbrannt. Brannte die Lampe 15 Minuten, während welcher Zeit 8.6^{grm} Methylalkohol verbraucht wurden, so waren Milzbrandsporen frei und verpackt nach 1 Stunde, Cholera nach 2 Minuten, Typhus und Staphylococcus nach 5 Minuten, Staubbakterien nach 3 Stunden sicher abgetödtet. Diese Zeiten nahmen nur wenig oder gar nicht zu, wenn die Lampe nur 10 Minuten brannte (Verbrauch 5.3^{grm} CH₃.OH). Auch als die Zeit für die Dampfentwicklung auf 5 Minuten herabgesetzt wurde (Verbrauch 2.7^{grm} CH₃OH) trat noch ziemlich schnelle Abtödtung ein, und zwar für Milzbrand nach 2 Stunden, für Cholera und Typhus nach 10. Minuten, für Staphylokokken nach 16 Minuten, für Staubbakterien nach 5 Stunden. Endlich ergaben die in einem 28.4^{ccm} grossen Zimmer angestellten Versuche, bei einem Verbrauch von 326^{grm} CH₃OH, nach 24 Stunden völliges Absterben aller Testobjecte schon bei einer Temperatur von 10°. Die Temperatur spielt nämlich, wie schon Koch in der oben citirten Arbeit im Besonderen für die Carbolsäuredämpfe betont, insofern eine grosse Rolle, als höhere Temperaturen die desinficirende Wirkung der Dämpfe steigern. Z. Th. liegt das wohl daran, dass eben durch die Wärme die Labilität der Atomgruppen erhöht wird. Für Formaldehyd haben ausser Pottevin, van Ermengen und Sugg,¹ sowie Vanderlinden und de Buck² den experimentellen Nachweis geführt. Milzbrandsporen gingen bei 37° durch Mengen von Formalindämpfen zu Grunde, denen sie bei niederen Temperaturen 3 bis 4 Stunden lang trotzten.

Dieudonné hält demnach das geschilderte Verfahren für sehr ge-

¹ Recherch. sur la valeur de la formal. u. s. w. *Arch. de pharmacodynamie*. 1894. Vol. I.

² Recherch. bactériolog. sur la valeur de la formaline u. s. w. *Arch. de méd. expériment.* 1895. p. 76—86.

eignet zur Verwendung in Kasernen, kleinen Krankenhäusern und im Felde, nicht zum geringsten Theile seiner Billigkeit wegen.¹

Zum Schluss des referirenden Theiles will ich noch der Vollständigkeit halber drei Veröffentlichungen, das Formalin betreffend, erwähnen. In der einen berichtet Burkhard² über Versuche, intacte infectirte Thiercadaver durch Formalin im Gänzen zu sterilisiren. Es gelang ihm dies jedoch nur bei Mäusen, also ganz kleinen Thieren. Ferner berichtet er über den Einfluss auf Stoffwechselproducte von Bakterien. Er ging hierbei von früheren Aronson'schen Versuchen aus. Derselbe hatte nämlich gefunden, dass von einer durch Filtration sterilisirten giftigen Diphtheriebouillon Meerschweinchen nach Zusatz von Formalin (1:500) das 100fache der für Controlthiere tödtlichen Dosis vertrugen, ohne Krankheitserscheinungen zu zeigen. Burkhard machte gleiche Versuche mit dem Tetanusgift und fand in Uebereinstimmung mit dem eben angeführten, dass filtrirte Bouillonculturen von Tetanus nach Zusatz von Formalin in bestimmter Concentration nicht mehr tödtlich wirkten. Eine Erklärung hierfür giebt er nicht.

In der zweiten erwähnten Arbeit empfiehlt Geuther³ eine praktische Verwendung des Formalins zur Abtödtung der den Getreidebrand hervorruufenden Ustilagosporen. Er erreicht dieselbe durch 2stündige Einwirkung einer 1 pro mill. Formaldehydlösung. Eine schädliche Einwirkung auf die Getreidekörner hat er bei dieser Concentration nicht constatiren können. Eine unnöthig lange Einwirkung wurde durch Begiessen mit Formaldehyd bindender Ammoniaklösung verhindert.

Endlich sei noch über Versuche, durch das Formalin eine Lücke in der Chirurgie auszufüllen, berichtet. Auf dem 24. Chirurgencongress hat Lauenstein von Neuem die Frage der Catguteiterungen angeregt und durch klinische und experimentelle Thatsachen das Vorhandensein der letzteren nachgewiesen. Es lag nun nahe, gerade das Formalin, welches ja die Fähigkeit besitzt, thierische Gewebe zu durchdringen, daraufhin zu prüfen, ob mit ihm nicht das geleistet werden könne, wozu unsere bisherigen Sterilisirungsmethoden nicht ausreichten. Vollmer⁴ giebt nun an, dass es ihm thatsächlich gelungen sei, mit 2procentigen Formalin-

¹ Die Anschaffungskosten der Lampe betragen nach Dieudonné's Angaben für das grosse, 300^{ccm} fassende Modell 7.50 Mk., für das mittlere (200^{ccm}) 6 Mk., für das kleine (120^{ccm}) 5 Mk. Die von mir gebrauchten, direct von Krell bezogenen Lampen (à 200^{ccm}) kosten jedoch pro Stück 20.— Mk. — Reiner acetonfreier Methylalkohol kostet pro Kilo Mk. 2.50—3.50.

² *Centralblatt für Bakteriologie*. Bd. XVIII. Nr. 1.

³ *Berichte der Pharmaceut. Gesellschaft*. 5. Jahrg. S. 325.

⁴ *Münchener medicin. Wochenschrift*. 1895. Nr. 49.

lösungen Catgut zu sterilisiren, fand jedoch zugleich, dass ein längeres (14 Tage) Liegen in 0.5 procentiger Lösung das Catgut brüchig macht.

Der Besprechung meiner eigenen Versuche möchte ich ganz kurz eine Verständigung vorausschicken: Die gleichmässige Dosirung eines so flüchtigen und auch der Zersetzung unterworfenen Stoffes, wie des Formaldehyds in wässriger Lösung, ist ohne weiteres mit völliger Sicherheit nicht durchzuführen. Und doch ist namentlich für wissenschaftliche Zwecke bei Vergleichung verschiedener Resultate, schon eine geringe, schwer controlirbare Ungenauigkeit störend. Auch für die rein praktische Verwendung dürfen gewisse Fehlergrenzen nicht überschritten werden, soll nicht die Sicherheit der beabsichtigten Desinfectionswirkung in Frage gestellt werden. Zu vermeiden sind diese Nachtheile beim Gebrauch von Lösungen und Kieselguhrpastillen meines Erachtens nur dadurch, dass man die gewendete Stammlösung von bekannter Concentration (Formalin = 40 procentiger Formaldehydlösung) sowie die eine solche enthaltenden Pastillen durch regelmässiges, sofortiges festes Schliessen der betreffenden Behälter vor dem Verdunsten bewahrt. Bei der Herstellung der Verdünnungen ist im Folgenden als Einheit stets das Formalin als solches betrachtet, also z. B. eine 1 procentige Lösung durch Hinzufügen von 1 ^{ccm} Formalin zu 99 ^{ccm} Aq. dest. steril. bereitet. Die Schering'sche Fabrik giebt in ihrem Prospect folgende meiner Meinung nach, falsche, zu Irrthümern führende, nebenbei unbequeme Weisung für die Herstellung von Verdünnungen: „will man sich z. B. eine 1 procentige Formalinlösung bereiten, so mischt man 10 Theile Formalin mit 400 Theilen Wasser und erhält somit 410 Theile eines 1 procentigen Formalins.“ — Nein, man erhält auf diese Weise 410 Theile einer 1 procentigen Formaldehydlösung, bzw. einer 2.4 proc. Formalinlösung. Aronson, Trillat, überhaupt die meisten Untersucher haben bei der Dosirung sich auf das Formaldehyd als solches bezogen, Oehmichen auf Formalin. Aus manchen Arbeiten, z. B. der Stahl'schen ist Gewisses hierüber nicht zu erfahren. Es ist daher mit Freude zu begrüßen, dass in der Pharmacopoe von jetzt ab die Bezeichnung Formalin durch Formaldehyd solutum ersetzt ist. Damit ist die Möglichkeit weiterer Missverständnisse ausgeschlossen.

Es wurden zunächst Versuche angestellt, die rein antiseptische, entwicklungshemmende Wirkung des Formalins als solchen, sowie der aus ihm sich entwickelnden Dämpfe nach ihrer Intensität und ihren Grenzen zu bestimmen. Es wurden zu diesem Zweck eine Anzahl Röhrchen mit je 10 ^{ccm} Nährgelatine Inhalt versetzt mit Formalin im Verhältniss von 2 Procent, 1 Procent, 2 pro mille, 1 pro mille, 0.5 pro mille, 0.2 pro mille, 0.1 pro mille, 0.05 pro mille, 0.02 pro mille und 0.01 pro mille und je 10 solche Röhrchen, dazu ein Controlröhrchen, mit je einer Oese

frischer Bouillonculturen von Milzbrand, Cholera, Typhus, *Staphylococcus pyogenes aureus*, Diphtherie geimpft. Selbstverständlich war die Resistenzfähigkeit der verwendeten Culturen, im Besonderen der Milzbrandsporen, nach den üblichen Methoden vorher festgestellt worden. Die geimpfte Gelatine wurde zu Esmarch'schen Rollröhrchen verarbeitet, und das Wachstumsergebniss für alle erst nach 8 Tagen festgestellt, weil unter der Formalineinwirkung erfahrungsgemäss starke Verzögerung des Wachstums eintritt. Zu früh erhobene Befunde könnten daher leicht eine Abtödtung vortäuschen, wo es sich in Wirklichkeit nur um eine Verzögerung handelte. In folgender Tabelle sind die Versuchsergebnisse übersichtlich dargestellt.

Tabelle I.

Concentration	Milzbrandsporen	Cholera	Typhus	Staphylococcus pyog. aureus	Diphtherie
2:100	—	—	—	—	—
1:100	—	—	—	—	—
2:1000	—	—	—	—	—
1:1000	—	—	—	—	—
1:2000	—	—	—	—	—
1:5000	—	—	—	—	—
1:10000	—	—	—	—	—
1:20000	+	+	+	+	+
1:50000	++	++	++	++	++
1:100000	++	++	++	++	++
Controle	++	++	++	++	++

— bedeutet kein Wachstum; + bedeutet geringes Wachstum;
++ bedeutet reichliches Wachstum.

Diese Befunde, d. h. die absolute Wachstumshemmung noch bei Verdünnungen von 1:10000 sowie noch deutliche Beeinflussung bei Verdünnungen von 1:20000 stimmen mit den der andern Untersucher überein, wenn man berücksichtigt, dass z. B. eine Formalinlösung von 1:10000 gleich ist einer Formaldehydlösung von 1:25000.

Die Versuche, die antiseptische Wirkung des Formalins in Gasform darzuthun, wurden auf zweierlei Weise angeordnet:

1. wurden auf schräg erstarrtem Agar frische Culturen von *Staphylococcus pyogenes aureus*, Diphtherie, Typhus und Cholera, und zwar unter möglichst gleichmässiger Vertheilung über die ganze Fläche. Die schliessenden Wattepfropfe wurden mit je 2 ^{ccm} von: a) concentrirtem, b) 1 procentigem, c) 2 pro mille, d) pro mille Formalin getränkt, durch Gummi-

kappen vor Abgabe desselben durch Verdunsten nach aussen geschützt und dann 48 Stunden im Brutschrank bei 37° gehalten. Nach 8 Tagen boten alle, nebst den Controlröhrchen folgendes Bild:

Tabelle II.

Menge Form- aldehyd mg	Concentr.	1.	2.	3.	4.	Bemerkungen
		Cholera	Diphtherie	Typhus	Staphyloc. pyog. aur.	
0·8	a) Formalin (conc.)	—	—	+	+	Bei 3 u. 4 war nur der unterste Theil der Agarfläche spärl. bewachsen.
0·008	b) 1 : 100	+	+	+	+	Auf der unteren Hälfte der Agar- fläche.
0·0016	c) 1 : 500	+	+	+	+	Wachsthum auf den unteren zwei Dritteln.
0·0008	d) 1 : 1000	++	++	++	++	
	e) Controle	++	++	++	++	

Ueber Impfungen auf frisches Agar blieben bei 1a und 2a erfolglos, bei 3a und 4a zeigten aus dem oberen Theil genommene Proben ebenfalls kein Wachsthum, während solche dem unteren Theil entnommenen sich langsam und kümmerlich entwickelten. Aehnlich war das Verhalten in den Reihen b und c, bei d und e war ein Unterschied nicht vorhanden.

2. Die andere denselben Zweck verfolgende Versuchsreihe wurde in der Weise ausgeführt, dass je 5 Gelatineröhrchen mit Staphylococcus pyogenes aureus und Diphtherie, und zwar je einer Oese 24 Stunden Bouillon-cultur, geimpft und nach Esmarch ausgerollt wurden. Die Wattepfropfen wurden wieder getränkt mit je 2^{cem}, von a) concentrirtem, b) 1 procentigem, c) 2 pro mille, d) 1 pro mille Formalin. Röhrchen e diente zur Controle. Sämmtliche Röhrchen wurden mit Gummikappenverschluss bei 22° gehalten. Die beschriebene Anordnung sollte eventuell darüber Aufschluss verschaffen ob das Formalin speciell in Dampfform Tiefenwirkungen auszuüben im Stande wäre. Aronson's Versuche hierüber, von dickentwickelten Diphtherieculturen angestellt, ergaben, dass selbst sehr concentrirte Lösungen in kurzer Zeit absolut keine Tiefenwirkung ausübten. Nach den hier gewonnenen Resultaten scheint es fast, als ob bei längerer Dauer der Einwirkung eine solche Tiefenwirkung der Dämpfe nicht ganz auszuschliessen wäre.

Tabelle III.

Menge mg	Concentration	1.	2.	Bemerkungen
		Diphtherie	Staphylococc. pyog. aureus	
0·8	a) Formalin (conc.)	—	+	2a im unteren Theil z. gr. + verflüssigt.
0·08	b) 1:100	—	++	2b ganz verflüssigt.
0·0016	c) 1:500	—	++	2c „ „
0·0008	d) 1:1000	++	++	2d „ „
—	e) Controle	++	++	2e „ „

Auch nach Entfernung der Gummikappen und dem somit ermöglichten Verdunsten, konnte Wachsthum der Diphtheriebacillen nicht constatirt werden; es hatte also völlige Abtödtung stattgefunden. Das Vorhandensein einer Tiefenwirkung wird übrigens noch durch anderer Erfahrungen wahrscheinlich gemacht. Oehmichen fand nämlich Gelatineplatten, die 24 Stunden lang der Formalinzimmerluft ausgesetzt waren, in starre Massen verwandelt, die einen Nährboden überhaupt nicht mehr darstellten.

Die Versuche lehren kurz folgendes:

1. Dass die verschiedenen Mikroorganismen der Formalineinwirkung gegenüber verschiedenen Widerstand leisten. In auffälligem Grade hat sich der Staphylococcus als resistent erwiesen.

2. Formaldehyd hemmt als Gas, und zwar schon bei Anwesenheit ganz geringer Mengen, deutlich die Entwicklung von Bakterien. Bemerkenswerth ist, dass mit Abnahme der Concentration der angewandten Lösungen das Wachsthum auf den schrägen Flächen nach oben hin zunahm. (S. Tabelle II.) Es ist dies vielleicht in der Weise zu erklären, dass die Formaldehyd beladene Luftschicht über den tiefsten Theilen der schräg erstarrten Masse niedriger war, und die Luft ausserdem an diesen Stellen durch langsame Diffusion, erst später den zur Wirkung nöthigen Formaldehydgehalt erlangt hat.

3. ist aus den Versuchen (Tab. III) auf eine gewisse Tiefenwirkung zu schliessen.

Das baktericide Vermögen des Formalins wurde in folgender Weise geprüft: es wurden zunächst in sterilisirten Erlenmeyer'schen Kölbchen Formalinlösungen von 1 Procent, 1 pro mille, und 0·5 pro mille hergestellt. In jede dieser Lösungen wurde dann die Aufschwemmung je einer 24 stündigen Agarcultur des betreffenden Mikroorganismus gegossen und tüchtig umgeschüttelt. Nach bestimmten Zeiten mittels steriler Pipette

entnommene Proben wurden tropfenweise in verflüssigte Gelatineröhrchen gethan, die dann zu Rollröhrchen gedreht wurden. Gegen dieses Verfahren lagen anfangs Bedenken insoweit vor, als möglicherweise die mitübertragenen Mengen von Formalin das eventuelle Wachsthum der noch lebenden Keime in dem neuen Nährboden beeinflussen würde. Andere Untersucher, z. B. Pottevin, haben diese Fehlerquelle dadurch auszuschalten gesucht, dass sie das Formalin durch ganz verdünnte Ammoniaklösungen, die das Wachsthum nicht hemmen sollen, banden. Statt der Ammoniaklösungen kann man auch mit demselben Vortheil wässerige Anilinlösungen nehmen, die sich mit Formaldehyd sehr leicht zu Anhydroformaldehydanilin $C_6H_5N=CH_2$ verbindet. Ich glaubte jedoch von einer solchen Vorsichtsmassregel Abstand nehmen zu können, da selbst bei Lösungen von 1:100 die bei der eventuellen Uebertragung von Formalin sich ergebende Verdünnung nachweislich keine entwicklungshemmenden Eigenschaften mehr besitzt. Die Versuchsergebnisse werden durch umstehende Tabelle IV veranschaulicht.

Es lassen sich mehrere entschieden überraschende Wirkungsergebnisse des Formalins erkennen: erstens nämlich, dass die, anderen Desinfectionsmittel gegenüber so sehr resistenten, Milzbrandsporen unter der Einwirkung des Formalins verhältnissmässig rasch der Vernichtung anheimfallen. Es steht dies in voller Uebereinstimmung mit der allgemein gültigen, schon durch die Koch'schen grundlegenden Arbeiten festgestellten Thatsache, dass das eine Desinfectionsmittel auf diese, das andere auf jene Bakterienart eine höhere Desinfectionswirkung ausübt. Es scheint demnach nicht ausgeschlossen, dass gerade die Milzbrandsporen dem Formalin, namentlich wenn es in flüssiger Form auf sie einwirkt, leicht zugänglich sind. Allerdings sind die hier dargestellten Resultate immer noch nicht so günstig wie die von Stahl gewonnenen, der mit Lösungen von 1:750 Milzbrandsporen in 15 Minuten abtödtete konnte. Auf Fäulnisbakterien wirkt Formalin im Gegensatz hierzu scheinbar weniger stark. (S. Tabelle IV, 7.) Doch erklärt sich dies vielleicht durch Berücksichtigung der Thatsache, dass die Schnelligkeit des Abtödtungsprocesses von dem Verhältniss der verwendeten Culturmenge zur verwendeten antiseptischen Flüssigkeitsmenge bei gleicher Concentration der letzteren abhängt. Und in der That war die Zahl der Fäulniskeime im Blut eine grosse. Ferner ist bemerkenswerth, dass der *Staphylococcus pyogenes aureus* im Gegensatz zu dem viel empfindlicheren *Streptococcus pyogenes aureus* sehr widerstandsfähiger ist. Dieser Unterschied ist wohl auch zum Theil wenigstens auf die eben angeführte Weise zu erklären. Denn gerade bei diesen beiden Mikroorganismen ist der Unterschied in der Wachsthumstüchtigkeit besonders ausgeprägt.

4. Typhus.

Lösung	1/2	1	2	5	10	15	20	30	45	60	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2	Controle
					Minuten						Stunden				
1:1000	++	++	++	++	++	++	++	++	++	+	+	+	-	-	++
1:100	++	++	++	++	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	++
3:100	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	++

5. Cholera.

Lösung	1/2	1	2	5	10	15	20	30	45	60	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2	Controle
					Minuten						Stunden				
1:1000	verfl.	verfl.	verfl.	++	++	++	+	+	+	-	-	-	-	-	verfl.
1:100	"	++	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	"
3:100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	"

6. Diphtherie.

Lösung	1/2	1	2	5	10	15	20	30	45	60	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2	Controle
					Minuten						Stunden				
1:1000	++	++	++	++	++	++	++	++	++	+	-	-	-	-	++
1:100	++	++	++	++	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	++
3:100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	++

7. Faulendes Blut. (50 cem + 49 cem Aq. dest. + 1 cem Formalin.)

Lösung	1/2	1	2	5	10	15	20	30	45	60	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2	Controle
					Minuten						Stunden				
1:100	verfl.	verfl.	verfl.	verfl.	++	++	++	++	++	+	-	-	-	-	verflüssigt

Von Koch¹ ist festgestellt worden, dass Desinfectionsmittel in alkoholischer Lösung so gut wie gar keine keimtödtende Wirksamkeit entwickeln. Die Frage, ob der Alkohol als solcher keimtödtend wirkt, ist und wird vielfach umstritten und in verschiedenster Weise beantwortet. Ohne weiter auf die vorliegende, recht umfangreiche Litteratur einzugehen, will ich kurz über Versuche berichten, durch welche darüber Klarheit gewonnen werden sollte, wie Formalin und Alkohol sich in ihren Wirkungen beeinflussen.

Die Versuchsanordnung glich der auf S. 436 bis 437 beschriebenen mit dem Unterschiede, dass den Nährflüssigkeiten, in welche die dem Desiniciens ausgesetzt gewesenen Culturmengen, bezw. Seidenfäden übertragen wurden, geringe, an sich nicht entwicklungshemmende Mengen von Ammoniaklösung zwecks Neutralisirung des eventuell mitübertragenen Formalins zugesetzt wurden. Die Ergebnisse werden durch nebenstehende Tabellen V und VI illustriert.

Man sieht aus diesen Tabellen, dass das, was 50 procentiger Alkohol und 10 procentiges Formalin allein nicht vermögen, durch beide zusammen geleistet wird. Diese Thatsache verdient wohl, noch genauer untersucht zu werden, da sie für die Praxis von grosser Bedeutung sein dürfte.

Die Versuche, Instrumente mit Formalinlösungen keimfrei zu machen, waren nicht erfolgreich. Es wurden kleine Scheeren und Klemmpincetten mit Staphylokokken inficirt und nach Antrocknen des Materials in eine grosse Schale mit 3procentiger Formalinlösung gelegt, nach 5, 10, 15, 20 Minuten herausgenommen, in sterilem destillirten Wasser abgespült und in verflüssigte Gelatine gethan. Nachdem sie einige Zeit in derselben verweilt hatten, wurde die Gelatine zu Platten ausgegossen. Auch nach 20 Minuten langer Einwirkung des Formalins waren noch zahlreiche Keime entwicklungsfähig geblieben. Es ist nicht zu verkennen, dass durch diese ja viel zu kurze Versuchsreihe keineswegs die Aussicht abgeschnitten ist, die Instrumente auch mit Formalin zu sterilisiren; besonders wenn man durch vorangehende mechanische Reinigung, abwaschen in heissem Wasser etc., wie dies ja doch in Wirklichkeit immer geschieht, den wichtigsten Theil der Arbeit schon besorgt hat. Es liegt aber auch schliesslich nach der Richtung hin kein dringendes Bedürfnis vor. Für Metallinstrumente bleibt doch das Auskochen das einfachste und sicherste Mittel. Höchstens wird das Formalin vielleicht berufen sein, bei der bisher immer noch schwierigen Sterilisirung nicht auskochbarer Instrumente, wie z. B. elastischer Catheter und ähnlicher, schätzenswerthe Dienste zu leisten.

¹ A. a. O.

Tabelle V.

Milzbrandsporen an Seidenfäden	Flüssigkeit	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Controle
		Minuten										
1. trocken	a) Absol. Alkohol . . .	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	b) Formalin 3 Procent .	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	c) Form. 3 Proc. in Alk. abs.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2. in sterilem Wasser angefeuchtet	a) Absol. Alkohol . . .	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—	+
	b) Form. 3 Proc. in Alk. abs.	+	+	+	+	+	+	+	—	+	+	+
3. trocken	Form. 3 Proc. in Alk. absol.	+	+	+	.	+	+	+	+	+	+	+

Tabelle VI.

Staphylococcus pyogenes aureus.

[illegible]

Dagegen glückte es mit einer gleichstarken (3 procentigen Lösung) verschiedene Male die Hände keimfrei zu machen. Es wurde dabei ganz genau so wie sonst zunächst ein längeres bürsten der Hände mit warmem Wasser und Seife vorgenommen, nach gründlicher mechanischer Reinigung der Fingernägel. Dann wurde mehrere Minuten lang mit 3 procentiger Formalinlösung gebürstet, die Hände an der Luft, bzw. mit steriler Comresse getrocknet und Abdrücke von den Fingerkuppen und Nägeln auf erstarrten Gelatineplatten genommen. Das was unter den Nägeln noch hervorzukratzen war, wurde zu Platten gegossen. Der Versuch wurde dann in der Weise variirt, dass fünfmal die Hände in Staphylokokkenbouillon künstlich inficirt wurden. Nur einmal wuchsen auf den Platten nicht pathogene Luftkeime; alle anderen Abdrücke blieben steril.

Die Prüfung des Formalins auf seine Verwendbarkeit für die Grossdesinfection hatte folgendes festzustellen:

- a) wie wirkt das Formalin in flüssiger Form?
- b) in Gasform?
- c) schädigt es dabei die ausgesetzten Gegenstände?

Es ist zu beachten, dass sich Wirkung a und b nicht immer auseinander halten lassen, besonders nicht bei der gleich zu beschreibenden Versuchsordnung. Die Gesamtwirkung des flüssigen Formalins wird sich oft in diejenige der Flüssigkeit als solcher und diejenige der sich aus ihr entwickelnden Dämpfe theilen.

Zur Beantwortung der Frage a) wurde zunächst ein blauer Uniformkragen mit eingenähter Binde und ein ca. 40^{cm} grosses Stück rothen Interimsrockfutters mit *Staphylococcus pyog. aur.* reichlich so inficirt, dass die keimhaltige Flüssigkeit möglichst das ganze Zeug durchtränkte. Nach Trocknung wurden kleine Stückchen von allem als Controlstückchen abgeschnitten und in einer Schale aufbewahrt. Das übrige wurde einem kurz dauernden Spray von Formalin in verschiedener Concentration (3 Procent, 5 Procent, 10 Procent, 100 Procent) ausgesetzt. Das besprayed Material wurde zur Hälfte in ein grösseres Stück Wachstuch ziemlich fest eingewickelt, zur Hälfte unter eine kleine mittels flüssigen, später erstarrenden Paraffins luftdicht abgeschlossene Glasglocke gelegt. Nach 6 Stunden wurden Proben mittelst steriler Scheere entnommen und gleichzeitig mit den erwähnten Controlstückchen in verflüssigte Gelatine ausgesät. Beim Oeffnen des Packets und der Glocke entströmte ein stechender Formalingeruch, der sich jedoch sehr bald verflüchtigte. Während sich nun aus den Controlstückchen zahlreiche Colonien entwickelten, welche bald eine Verflüssigung der Gelatine herbeiführten, blieben dem Spray ausgesetzt gewesene völlig steril, gleichviel,

welche der Concentrationen man verwendet hatte. Von einer Veränderung der Farbe des rothen und blauen Tuches war nichts zu bemerken. Namentlich das erstere hatte dieselbe Frische wie vorher. Dass trotz der nur ziemlich oberflächlichen Besprayung auch die tief in das Tuch eingedrungenen Kokken abgetödtet wurden, lässt sich wohl nur so erklären, dass die sich entwickelnden Formaldehydgase, durch die Umhüllung, bezw. Glasglocke am Entweichen verhindert, zu den Stellen gelangten und da wirkten, wo die Flüssigkeit nicht wirken konnte. Das zu erweisen war gerade der Zweck der Versuchsordnung, denn bei einer praktischen Anwendung eines flüssigen Mittels für Kleiderdesinfection müsste doch auf alle Fälle eine völlige, weil schädigende, Durchnässung der Objekte vermieden werden, und doch eine Vernichtung der tief eingedrungenen Keime sicher erreicht werden. Nebenbei wird auf diese Weise auch an dem Desinfectionsmittel selbst gespart, ohne Vereitelung der Wirkung.

Die reine Gaswirkung kam bei folgenden Versuchsanordnungen zur Geltung. Ueber zwei Klötze, die auf einer Glasplatte standen, wurden brückenförmig sterilisirte Streichhölzchen gelegt und an diese kleine mit Milzbrandsporen inficirte Seidenfäden gehängt. Auf die Platte wurden dann Kieselguhrpastillen gelegt, wie dieselben von der Schering'schen Fabrik in den Handel gebracht sind. Das Ganze wurde dann mit einer Glasglocke bedeckt und durch Umziehen des Randes mit Paraffin luftdicht abgeschlossen. Nach 24, 48, 72 Stunden wurden schnell Fäden herausgenommen und in Bouillonröhrchen gethan. Es zeigte sich, dass erst bei den Fäden, die 5 Tage unter der Glocke gelegen hatten, das Wachsthum in Bouillon aufhörte. Eine, mit einem solchen Faden geimpfte Maus blieb am Leben. Feuchtete ich die Seidenfäden vorher mit sterilem Wasser an, so war, unter denselben Bedingungen, die zur Abtödtung erforderliche Zeit viel kürzer. (Ungefähr die Hälfte. S. Tab. VII.)

Tabelle VII.

Material	24 Stunden	2 Tage	3 Tage	4 Tage	5 Tage	Controle
Trockene Seidenfäden mit Milzbrandsporen.	++	++	++	+	— Maus lebt	++
Feuchte Seidenfäden mit Milzbrandsporen.	++	+	— Maus lebt	—	—	++

Die zur Erzielung einer Wirkung nöthige Dauer erscheint hiernach ziemlich gross, besonders im Vergleich zu den Ergebnissen anderer Autoren.

Oehmichen z. B. erreichte unter ganz ähnlichen Versuchsbedingungen bereits nach 2 bzw. 4 Stunden eine Abtödtung der Milzbrandsporen. Diese Differenz kann ich mir nur dadurch erklären, dass die Pastillen, welche Oehmichen verwendet hat, thatsächlich 6 grm wogen, wie er selbst angiebt, mithin 3 grm Formalin enthielten, während die Wägung der von mir gebrauchten Pastillen nur ein Gewicht von 4.3 grm ergab, somit einen Verlust an Formalin von 1.7 grm . Ausserdem betrug das Volumen der von mir verwendeten Glocke 2 Lit., also immerhin 200 ccm mehr, als dasjenige der von Oehmichen benutzten. Es waren also bei meinem Versuch in jedem Kubikcentimeter Luft nur 0.0003 grm Formaldehyd enthalten, vorausgesetzt, dass alles Vorhandene wirklich frei geworden ist.

In derselben Weise, wie die milzbrandhaltigen Seidenfäden, wurden stark eiterdurchtränkte Verbandstücke den Formaldehyddämpfen ausgesetzt und hierbei ähnliche Resultate gewonnen. Aus den zur Controle ausgesäten kleinen Theilen wuchsen *Staphylococcus pyog. aur.* und *albus*, ebenso aus denjenigen, die 24 und 48 Stunden unter der Glocke gelegen hatten. Stücke, welche länger die Einwirkung ertragen hatten, liessen die Bouillon dauernd völlig klar, waren also steril.

Das Objekt der beiden nächsten Versuche bildeten grössere Lappen (50 ccm) alter mit Staphylokokken-Bouillonculturen getränkter Leinwand. Der eine derselben wurde mit Formalinpulver, welches 20 Procent Formalin enthält, ordentlich bestreut, und leidlich fest in wasserdichten Verbandstoff eingeschnürt. Die nach 24 Stunden entnommenen Stücke zeigten in Gelatine-Rollröhrchen nur spärliche Entwicklung von *Staphylococcus*-culturen, sowie von Schimmelpilzen. Die letzteren verschwanden auch nicht, nachdem der Lappen 48 und 72 Stunden der Einwirkung ausgesetzt gewesen war, während Staphylokokkenculturen aus solchen Stücken nicht mehr angingen. Dieselbe Erfahrung, dass Schimmelpilze durch Formaldehyddämpfe unbeeinflusst bleiben, hat auch Oehmichen, wie schon erwähnt, bei seinen Zimmerdesinfectionsversuchen gemacht. Der andere der genannten Lappen, wurde unter eine luftdicht verschlossene kleine Glocke zusammen mit 5 Kieselguhrpastillen gelegt. Die hier nach 24, 48, 72 Stunden gewonnenen Resultate stimmten mit denen von Lappen I überein. Auch hier blieben die Schimmelpilze unversehrt, während Staphylokokken bereits nach 48 Stunden völlig abgetödtet waren.

Die Zimmerdesinfectionsversuche, die ich unternahm, ohne die von Dieudonné verwendete Lampe zu kennen, führten zu nicht ganz befriedigenden Resultaten. Zum Theil lag das wohl daran, dass die mir zur Verfügung gestellte Theeküche im Lazareth sich durch einen wenig erfreulichen Ueberfluss an Ventilationen auszeichnete, und somit eine dauernde Ansammlung der sehr energisch entwickelten Formaldehyddämpfe

vereitelte. Die Versuchsanordnung war folgende: In den ca. 48 ^{cbm} grossen Raum wurden in verschiedenen Höhen frisch angelegte Culturen von Typhus, Milzbrand, Diphtherie, Staphylococcus pyog. aur. und Streptococcus pyog. vertheilt. Ferner Staubproben, deren Keimgehalt vorher bestimmt war, trockene und feuchte Seidenfäden mit Milzbrandsporen und endlich 2 Röcke, ein Drillich- und ein Tuchrock, die an bestimmten Stellen mit Streptokokken und Milzbrand inficirt worden waren. Dann wurde ein gewöhnlicher Inhalationsapparat, der ungefähr 200 ^{ccm} fasste, mit Formalin gefüllt und dasselbe durch eine untergestellte Flamme zum Verdampfen gebracht. Schon binnen Kurzem war die Luft nicht mehr respirabel. Am nächsten Morgen jedoch war im Zimmer kaum noch ein schwacher Formalingeruch zu bemerken; das Formaldehyd war eben durch die allzuschlecht schliessenden Fenster und Thüren entwichen. Es wird daher nicht Wunder nehmen, dass die von den Röcken entnommenen Proben ein reichliches Wachsthum der betreffenden Keime zeigten. Die ohne Wattepfropf hingelegten Agarculturen hatten sich zwar augenscheinlich nicht weiter entwickelt, wohl aber thaten dies kleine von ihnen auf frisches Agar überimpfte Mengen. Der Apparat wurde nun wieder gefüllt und von Neuem in Thätigkeit gesetzt. Das Ergebniss am nächsten Tage war nur wenig günstiger, so dass ich die Versuche in dieser Form vorläufig aufgegeben habe.

Da es, wie Eingangs bemerkt, vor allem darauf ankam, festzustellen, ob das Formalin, bezw. Formaldehyd geeignet sei, Uniformen u. s. w. sicher zu desinficiren, ohne sie für immer zu verderben, bezw. sie reparaturbedürftig zu machen, so wurden die Versuche in der Weise angestellt, dass inficirte Kleidungsstücke, Rockbesätze etc. in eine mit verschliessbarem Deckel versehene Tonne gehängt wurden; die Tonnenwand war ungefähr in der Mitte von einer kleinen Glasröhre durchbohrt. Dieselbe wurde durch einen Gummischlauch mit einem Glaskolben in Verbindung gesetzt, indem durch eine untergestellte Spiritusflamme concentrirte Formalinlösung erhitzt wurde. Auf diese Weise wurden 200 ^{ccm} der Flüssigkeit verdampft. Nach rund 24 Stunden wurden von den inficirten Stellen Proben entnommen und in verflüssigte Gelatine ausgesät, die dann zu Platten gegossen wurde. Alle — es waren Staphylococcus pyog. aur., Milzbrandbacillen, Diphtherie und Pyocyaneus verwendet worden — blieben steril. Milzbrandsporen an Seidenfäden waren, je ein Päckchen feucht und trocken, in Fliesspapier gewickelt, in die hinteren Rocktaschen gesteckt worden. Die angefeuchteten zeigten keinerlei Wachsthum und tödteten eine damit geimpfte Maus nicht mehr. Dagegen wuchsen die Sporen an den trockenen Fäden üppig und zeigten sich noch virulent. Nach 48 Stunden waren jedoch auch diese Sporen abgetödtet. Bemerkenswerth ist, dass irgend

eine Beschädigung der Sachen, auch der Metalltheile (Knöpfe, Haken), nicht stattgefunden hatte. Wiederholungen der Versuche ergaben dieselben Resultate.

Die gleichen Versuche mit der Krell'schen Lampe sind noch nicht abgeschlossen. Die Anordnung war bis jetzt immer, wie eben beschrieben, d. h. in dieselbe Tonne wurden dieselben Objecte gebracht, und dann das durch eine 200^{cm} fassende Lampe entwickelte Gas durch eine passende Oeffnung in das Innere geleitet. Die Ergebnisse waren nach 24 Stunden nicht so günstige wie die ohne Lampe erzielten. Es war weder für *Staphylococcus pyogenes* noch für *Pyocyanus*, noch endlich für angefeuchtete Milzbrandsporen völlige Abtödtung erzielt. Erst nach 48 Stunden trat dieselbe ein. In einer zweiten Versuchsreihe wurde tuberculöses Sputum auf Tuch, Drillich, Holz, Glas angetrocknet, ebenso Diphtheriemembranen, und dann dem Gas ausgesetzt. Für erstere muss das Ergebniss der Thierimpfungen erst abgewartet werden. Die allerdings nicht sehr dicken Diphtheriemembranen waren thatsächlich nach 24 Stunden keimfrei. — Ich möchte bereits hier die Frage aufwerfen, ob die Anwesenheit selbst kleiner Quantitäten von Wasserdampf nicht von Einfluss auf die Wirkung des Formaldehyds ist, wie das ähnlich für andere gasförmige Desinfectionsmittel erwiesen ist, und zwar im Sinne einer Steigerung. Weitere noch anzustellende Versuche werden über diesen Punkt zu entscheiden haben.

Uebrigens will ich nicht unterlassen, zu erwähnen, dass die Temperaturen bei diesen Versuchen ziemlich niedrige waren, durchschnittlich + 8°.

Jedenfalls darf man aus den, allerdings noch des Abschlusses bedürftigen Ergebnissen immerhin schon die Erwartung schöpfen, dass es in der That möglich ist, mittels des Formaldehydgas eine sichere Kleiderdesinfection zu erreichen. Es wird meiner Meinung nach auch gelingen, die dazu nöthige Zeit auf das von der Praxis geforderte Maass herabzudrücken.

Es bleibt noch über eine Versuchsreihe zu berichten, die sich mit der Desodorirung von Stuhlgängen und der Vernichtung der darin befindlichen Keime beschäftigt. Oehmichen war es bereits gelungen, durch Impfungen künstlich hergestellte Cholera- und Typhusstühle durch Zusatz von Kieselguhrpulver binnen 24 Stunden keimfrei zu machen. Eine zu demselben Zwecke verwendete 2 procentige Formalinlösung versagte.

Die von mir gewählte Versuchsanordnung war folgende: Es wurde gewöhnlicher Stuhlgang in Wasser aufgeschwemmt und abgemessene Mengen von je 100^{cm} in vier Bechergläsern mit je einer 24 stündigen Cholera-Agarcultur vermischt. Von allen diesen vier Portionen wurden ösenweise Gelatineröhrchen geimpft und dieselben dann zu Platten ge-

gossen. Dann wurden die vier Gläser mit Formalin im Verhältniss von 1, 3, 5 und 10 Procent versetzt und davon nach je 5, 10, 30 und 60 Min. je eine Oese in flüssige Gelatine übertragen, die ebenfalls zu Platten gegossen wurde. Das Ergebniss ist veranschaulicht in Tabelle VIII.

Tabelle VIII.
Dauer der Einwirkung.

Material	5 Minuten	10 Min.	30 Min.	60 Min.	Controle
Fäces mit 1 Procent Form.	Ch. ¹ —	—	—	—	++
	B.c. ² ++	++	++	++	++
" " 3 " "	Ch. —	—	—	—	++
	B.c. ++	++	—	—	++
" " 5 " "	Ch. —	—	—	—	++
	B.c. ++	+	—	—	++
" " 10 " "	Ch. —	—	—	—	++
	B.c. +	—	—	—	++

¹ Ch. = Cholera.

² B.c. = Bacterium coli.

Der Versuch bestätigt, dass Cholera-bakterien schon durch 1 procent. Lösungen innerhalb von 5 Minuten abgetödtet werden. Nun sind zwar, wie Oehmichen ganz richtig bemerkt, solche „künstlichen“ Cholera-stühle keineswegs ohne Weiteres richtigen Choleradejectionen gleichzustellen. Trotzdem würden mit solchen angestellte Versuche kaum sehr verschiedene Desinfectionseffecte ergeben.

Hervorzuheben ist noch, dass in allen Gläsern nach ganz kurzer Einwirkung des Formalins der charakteristische Fäkalgeruch einer dauernden Geruchlosigkeit Platz machte.

Dass Formalin ausgezeichnete Dienste beim Härten anatomischer Präparate leistet, ohne die Tinktionsfähigkeit zu beeinträchtigen, habe ich mehrfach feststellen können; am besten hat sich eine ca. 3 procentige Lösung bewährt.

Die verledernde Wirkung des Formalins, seine Eigenschaft, lebendes Gewebe zur Nekrose zu bringen, veranlasste mich, dasselbe an mir selbst bei einem Furunkel anzuwenden. Auf die betreffende Stelle wurde ein in Formalin getränktes Wattestückchen gelegt und mit einfachem Schutzverband bedeckt. Ohne nennenswerthe Schmerzhaftigkeit stiess sich ein

2^{cm} im Durchmesser betragendes Hautstück los: die frisch aussehende Grundfläche bedeckte sich in Kürze mit Epithel.¹

Die positiven Hauptergebnisse der berichteten Versuche sind kurz zusammengefasst folgende:

1. Formalin macht in Concentrationen von 1:10000 für Milzbrand, Cholera, Typhus, Staphylococcus pyogenes aureus und Diphtherie jedes Wachsthum unmöglich.

2. Als Gas hemmt es bereits in starker Verdünnung das Wachsthum.

3. Es tödtet in 1 procentigen Lösungen Reinculturen pathogener Keime in 1 Stunde ab. In verdünnten alkoholischen Lösungen wird die Wirkung intensiver.

4. Mit 3procentigen Lösungen, eventuell unter Alkoholzusatz, gelingt es, die Hände sicher keimfrei zu machen. Inwieweit die Haut dabei angegriffen wird, werden ausgedehntere Versuche zu erweisen haben.

5. Durch Besprayen mit Formalinlösungen und nachherigem luftdichten Abschluss kann man künstlich inficirte Stoffproben sterilisiren.

6. Durch Formalin, bezw. Formaldehyd gelingt es, auch im Grossen Ledersachen, Uniformen u. s. w. sicher zu desinficiren, ohne die betreffenden Objecte irgend zu beschädigen. Die dazu nöthige Zeit beträgt vorläufig 24 Stunden. (Die Möglichkeit der Zimmerdesinfection ist durch die Arbeiten anderer Autoren als erwiesen anzusehen.)

7. Fäces werden bereits in 1procentiger Lösung fast augenblicklich desodorirt und binnen 10 Minuten in 10procentiger Lösung keimfrei.

8. Formalin leistet als Aetzmittel gute Dienste.

9. Es ist ein vorzügliches Conservierungsmittel.

Kann demnach das Formalin, bezw. Formaldehyd mit anderen uns bekannten Desinfectionsmitteln erfolgreich concurriren, bezw. welche Vorzüge vor denselben besitzt es?

Ueber die bisher gebräuchlichsten Desinfectionsmittel, die als Flüssigkeiten verwendet werden, liegen unter anderen Untersuchungen von

¹ Frank rühmt in einer kurzen Notiz (*Berliner klinische Wochenschrift*, 1895, Nr. 37) das Formalin als vortreffliches Mittel zur Behandlung des weichen Schankers. Auch Ledermann (Ref.: *Allgemeine med. Central-Zeitung*, 1896, Nr. 5) empfiehlt dasselbe nach Bepinselung mit Cocaïn anzuwenden.

Koch,¹ sowie neueren Datums von Jaeger² vor. Eine sehr übersichtliche Darstellung ihrer Eigenschaften giebt M. Kirchner³ in seinem „Grundriss der Militärhygiene“. Die Angaben zu folgenden Zusammenstellungen (Tabelle IX) sind, soweit mir nicht die Originalarbeiten zugänglich waren, diesem Werk entnommen.

Tabelle IX.

Desinfectionsmittel	Concentration	O b j e c t e	Die zur Abtödtung nöthige Zeit
Sublimat	1 : 20 000	Milzbrandsporen	10 Minuten
	1 : 1000	„	1 „
Argentum nitricum	1 : 12 000	Milzbrandsporen	70 Stunden
	1 : 4000	Cholera und Typhus	2 „
	1 : 2500	Diphtherie	2 „
Acid. hydrochlor.	2 : 100	Milzbrandsporen	10 Tage
Acid. sulfur	2 : 100	„	53 „
	15 : 100	„	8 „
Ferrum chlorat.	5 : 100	„	6 „
Chlorkalk	5 : 100	„	5 „
Kalium hypermanganicum .	5 : 100	„	1 „
Aetzkalk	0·0246 : 100	Cholera	6 Stunden
	0·0074 : 100	Typhus	6 „
Acid. carbolie.	3 : 1000	Staphylococcus und Streptococcus pyogenes	8—11 Sec.
	10 : 100	Milzbrandsporen	24 Stunden
Lysol	1 : 100	Milzbrandsporen	5 Minuten
Formalin	1 : 100	Fast alle pathogenen Keime	Binnen 30 Min.
	3 : 100	Milzbrandsporen	15 Minuten
		Alle anderen pathogenen Keime	1 Minute

Von den bereits Eingangs gewürdigten Nachtheilen des Sublimats kann der eine, in eiweisshaltigen Flüssigkeiten auszufallen und somit

¹ R. Koch, Ueber Desinfection. A. a. O.

² Jaeger, Ueber die Wirksamkeit verschiedener chemischer Desinfectionsmittel u. s. w. *Mittheilungen aus dem Kaiserl. Gesundheitsamt.* Bd. V. S. 247.

³ M. Kirchner. *Grundriss der Militärgesundheitspflege.* S. 344 ff.

unwirksam zu werden, durch Zusatz von 5 pro mille Salz- oder Weinsäure zu 1 pro mille Sublimat einigermassen aufgehoben werden. Der Höllenstein ist theuer und zersetzt sich leicht.

Die hier nicht angeführten Zink- und Bleisalze sind nur schwache Antiseptica; ebenso das Eisenvitriol. Die anorganischen Säuren greifen in den wirksamen Concentrationen die Objecte stark an, ebenso die Laugen.

Die angeführten Desinfectionsmittel, besonders Sublimat, sind nicht wirksam in alkoholischen Lösungen, Formalin hingegen erfährt in alkoholischen Lösungen eine Verstärkung seiner vorzüglich keimtödtenden Wirkungen. Ueberhaupt wird das Formalin ausser vom Sublimat von keinem der bekannten flüssigen Desinfectionsmittel übertroffen und hat vor den meisten mancherlei Vorzüge, die sich aus dem über Formalin Gesagten und der Kenntniss der anderen Desinficientien von selbst ergeben.

Von dampfförmigen Desinfectionsmitteln stehen uns relativ nur wenige zur Verfügung. Nachdem durch Koch die Unwirksamkeit der Carbolsäuredämpfe nachgewiesen ist, bleiben noch Chlor, Brom,¹ Jod, die schweflige Säure.^{2 3} und der strömende Wasserdampf.⁴ Das Gemeinsame der vier ersten ist, dass sie in den erforderlichen Concentrationen die Gegenstände stark angreifen und dass sie ferner nur feuchten Desinficientien gegenüber wirksam sind. In Spalten und Ritzen dringen sie überhaupt nicht ein. Aus diesen Gründen ist man schon längst von ihrer Verwendung zurückgekommen und ich brauche daher über ihre vielfach untersuchten, nicht unbedeutenden keimtödtenden Eigenschaften hier nicht Genaueres zu berichten.

Anders verhält es sich mit dem strömenden Wasserdampf. Durch diesen (bei 100°) werden sporenfreie Bakterien in wenigen Secunden, Milzbrandsporen in 2 bis 5 Minuten, Tuberkelbacillen in 10 Minuten vernichtet. So unübertrefflich nun auch für viele Zwecke die Desinfection mittels strömenden Wasserdampfes ist, so wünschenswerth ist für manche Dinge ein Ersatz für denselben, der die Objecte weniger ruinirt. Uniformstücke, überhaupt Kleider, Ledersachen leiden unter der Einwirkung des Wasserdampfes sehr und müssen nach überstandener Desinfection fast regelmässig neu besetzt, bezw. aufgearbeitet werden, ja sind zum Theil

¹ Fischer u. Proskauer, Ueber die Desinfection mit Chlor und Brom. *Mittheilungen aus dem Kaiserl. Gesundheitsamt.* 1889. Bd. II. S. 228.

² Koch, a. a. O.

³ G. Wolfhügel, Ueber den Werth der schwefligen Säure als Desinfectionsmittel. *Mittheilungen aus dem Kaiserl. Gesundheitsamt.* 1889. Bd. I. S. 188.

⁴ Koch, Gaffky u. Löffler, Ueber die Verwerthbarkeit heisser Wasserdämpfe zu Desinfectionszwecken. *Ebenda.* S. 322.

ganz unbrauchbar. Es erwachsen daher aus dem Desinfektionsverfahren erhebliche Kosten, besonders wenn man noch bedenkt, dass die dazu nöthigen Apparate selbst meist recht kostspielig sind.

Alles in allem haben wir, glaube ich, in dem Formaldehyd ein vorzügliches, vielseitiges und bequem anzuwendendes Desinfektionsmittel, welches nicht nur manche Lücken in der Praxis des Arztes und im privaten Leben ausfüllt, sondern sogar einem überall, besonders in der Armee, fühlbaren Mangel abhilft dadurch, dass es ein Ersatzmittel für den strömenden Wasserdampf ist. In Bezug auf die Schnelligkeit der Wirkung bleibt ja ohne Frage der letzteren überlegen. Aber überall da, wo dessen Verwendung aus technischen Gründen (z. B. bei den Zimmerdesinfektionen) nicht angängig oder aus Utilitätsrücksichten (Uniformdesinfection u. s. w.) nicht erwünschte Folgen hat, da ist das Formalin, bezw. Formaldehyd berufen und geeignet, ergänzend einzutreten, allen Eingangs aufgestellten Forderungen soweit entsprechend, als man gerechterweise verlangen kann.