

| | |
|---------------------|--|
| Zeitschrift: | Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène |
| Herausgeber: | Bundesamt für Gesundheit |
| Band: | 5 (1914) |
| Heft: | 2 |
| Artikel: | Ueber Raumdesinfektionsversuche mit dem apparatlosen Formalin-Permanganat-Verfahren nach Döerr und Raubitschek |
| Autor: | Thöni, J. / Geilinger, H. |
| DOI: | https://doi.org/10.5169/seals-984202 |

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 17.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

MITTEILUNGEN
AUS DEM GEBIETE DER
LEBENSMITTELUNTERSUCHUNG UND HYGIENE
VERÖFFENTLICHT VOM SCHWEIZ. GESUNDHEITSAMT

TRAVAUX DE CHIMIE ALIMENTAIRE
ET D'HYGIÈNE

PUBLIÉS PAR LE SERVICE SANITAIRE FÉDÉRAL

ABONNEMENT : Schweiz Fr. 8.— per Jahrg. — Ausland Fr. 10.— oder M. 8.—.
Suisse fr. 8.— par année. — Etranger fr. 10.— ou M. 8.—.
Preis einzelner Hefte Fr. 1.50 (Ausland M. 1.50).
Prix des fascicules fr. 1.50 (étranger M. 1.50).

Jährlich 6—8 Hefte

6 à 8 fascicules par année

BAND V

1914

HEFT 2

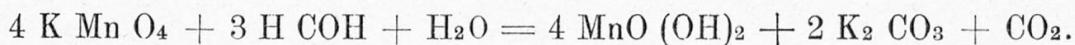
Ueber Raumdesinfektionsversuche
mit dem apparatlosen Formalin-Permanganat-Verfahren
nach Dœrr und Raubitschek.

Von Dr. J. THÖNI und Dr. H. GEILINGER.

(Aus dem Laboratorium des Schweizerischen Gesundheitsamtes, Bern.)

Unter den apparatlosen Raumdesinfektionsverfahren mittelst Formaldehyd nimmt das Formalin-Permanganat-Verfahren infolge einiger Vorzüge, die es bietet, einen hervorragenden Rang ein.

Bekanntlich werden dabei Kaliumpermanganat, Formaldehyd und Wasser in Reaktion gebracht; sehr wahrscheinlich findet diese unter folgender Umsetzung statt:



Die dadurch entstehende Wärme dient zur Verdampfung des überschüssigen Formaldehyds und Wassers.

Nachdem bereits *Evans* und *Russel*¹⁾ ausgedehnte Desinfektionsversuche in dieser Richtung angestellt hatten, ohne dass aber eine dem praktischen Desinfektionseffekt in physikalisch-chemischer Hinsicht in genügender Weise Rechnung tragende Grundlage schon geschaffen gewesen wäre, befasste sich als erster 1906 *Base*²⁾ in Amerika mit der Frage nach den zweckentsprechendsten Mengenverhältnissen der zur Verwendung kommenden Substanzen.

¹⁾ *Evans and Russel*, Hygienic Laboratories. Washington 1906. Hyg. génér. et appliq. 1907. Avril. Zitiert nach Dœrr u. Raubitschek, C. Bl. f. Bakt. I. 45, pag. 77 und 179. 1908.

²⁾ *Base*, Daniel, Formaldehyde disinfection. Determination of the yield of formaldehyde in various methods of liberating the gas for the disinfection of rooms. The journal of the American Chemical Society. Vol XXVIII. No 8. 1906.

Er arbeitete unter anderem auch mit verdünnten wässerigen Formaldehydlösungen und gelangte dabei zu dem Resultate, dass 600 cm^3 Formalin (35,66 vol.-%ig), 300 cm^3 Wasser und 375 g Permanganat die grösste Ausbeute an vergastem Formaldehyd liefern. Es wurden beispielsweise in der 15 Minuten nach eingetreterener Reaktion untersuchten Zimmerluft bei 85° F ($29,4^\circ \text{ C}$) Anfangstemperatur und schwacher Luftbewegung im Freien («gentle breeze») 35,1 % des verwendeten Formaldehyds nachgewiesen. Er weist auch schon auf die Wahrscheinlichkeit hin, dass der etwas niedrigere Gehalt der Luft an Formaldehyd, den man mit der Verdünnung der Formalinlösung in Kauf nehmen muss und der dadurch geringer werdende desinfektorische Effekt aufgewogen werden könnte durch den höheren Feuchtigkeitsgehalt der Atmosphäre.

Die Versuche wurden dann etwa zwei Jahre später in Europa von *Dærr* und *Raubitschek*¹⁾ wieder aufgenommen und in bakteriologischer Beziehung ergänzt. Was die Mengenverhältnisse der drei in Reaktion tretenden Stoffe anlangt, so gelangten sie unabhängig von *Base*, dessen Arbeit ihnen erst nach Abschluss ihrer Studien zur Kenntnis kam, zu ähnlichen Resultaten wie der amerikanische Autor.

Ausgehend von der Methodik *Evans* und *Russells*, die 35,66 vol.-%iges Formol und Permanganat im Verhältnis von 2 : 1 verwendeten, mussten sie alsbald einen ungenügenden desinfektorischen Effekt konstatieren, indem nur 61 % der ausgesetzten, mit Staphylokokken und Milzbrandsporen beschickten Objekte sterilisiert waren. Auch eine Verdoppelung der Formolmenge führte nicht zu wesentlich besserem Ergebnis infolge Polymerisierung des Formaldehyds und ungenügenden Wasserdampfgehaltes der Luft. Hingegen gelangten die Autoren durch Erhöhung der Kaliumpermanganatmenge mit gleichzeitiger Einführung gröserer Wassermengen zum Ziel. Sie erachten ein Verhältnis von 1 kg KMnO₄ : 1 L Formalin : 1 L Wasser als zweckmässig. Für 100 m^3 halten sie 2 kg Permanganat, 2 L Formalin und 2 L Wasser, beziehungsweise 4 L eines zur Hälfte verdünnten Formols als erforderlich. Auch bei mangelnder Abdichtung wurden 94 % der mit Typhusbakterien, Staphylokokken und Milzbrandsporen beschickten Testobjekte sterilisiert, also ein im Hinblick auf *Flügges*²⁾ Postulat der Abtötung von mindestens 90 % aller Proben als befriedigend zu bezeichnendes Resultat erreicht. In Anbetracht der unten pag. 118 folgenden Erörterungen sei hier noch bemerkt, dass sich von den 120 Testobjekten 18 (= 15 %) auf dem Boden befanden, wovon nur eines (= 5,5 % der Bodenobjekte) keine Sterilisierung aufwies.

Dærr und *Raubitschek* kommen zu der Schlussfolgerung, dass das von ihnen modifizierte *Evans-Russel'sche* Verfahren eine wertvolle Bereicherung und Ergänzung der Desinfektionspraxis darstellt, weil es:

¹⁾ *R. Dærr* und *H. Raubitschek*, Ueber ein neues Desinfektionsverfahren mit Formalin auf kaltem Wege. Centralbl. f. Bakt. I. 45, pag. 77 und 179. 1908.

²⁾ *C. Flügge*, Die Wohnungsdesinfektion durch Formaldehyd. Zeitschr. f. Hygiene und Infektionskr. 29, pag. 276. 1898.

- «1. in Verhältnissen anwendbar erscheint, wo Apparate nicht vorhanden sind;
- 2. keine Feuersgefahr involviert;
- 3. keine Abdichtung der Räume benötigt;
- 4. relativ billig ist;
- 5. auch Laien überlassen werden kann;
- 6. in der von ihnen vorgeschlagenen Modifikation dasselbe leistet wie die anderen, als sicher anerkannten Systeme und auch allen theoretischen Postulaten einer ausreichenden Formalinwirkung genügt;
- 7. weil die Mengenverhältnisse einfach, leicht zu behalten sind und alle Tabellen ersparen.»

Das Formalin-Permanganat-Desinfektionsverfahren nach der Modifikation von *Därr* und *Raubitschek* wird nun auch von einer Schweizer Firma, *M. Bürli, Fabrik chemischer Produkte, Baden*, empfohlen, wobei auf die eben erwähnten Vorzüge hingewiesen wird, des ferner den Wegfall der Notwendigkeit einer Beschaffung teurer Apparate als Vorteil ins Feld geführt wird.

Demgegenüber kommt *Croner*¹⁾ zu dem Ergebnis, dass alle «apparatlosen Verfahren teurer sind als die Apparatverfahren, selbst wenn man für diese die Amortisation in Rechnung stellt». So kostet z. B. eine $3\frac{1}{2}$ stündige Desinfektion eines Raumes von 100 m^3 mit dem *Flügge*'schen Apparat ca. 3,60 Mark, nach dem Formalin-Permanganat-Verfahren etwa 5,50 Mark. Doch weist auch *Croner* darauf hin, dass das Formalin-Permanganat-Verfahren weitaus billiger als alle anderen apparatlosen Desinfektionsverfahren ist.

Als Nachteile des Verfahrens sind nach *Croner* zu erwähnen: Die gegenüber dem Paraformpermanganat-Verfahren grösseren Transportkosten wegen des Wassergehaltes des Formalins; die Notwendigkeit, bei der Reinigung der Entwicklungsgefässe vom gebildeten Braunsteinrückstand Lösungsmittel in Anwendung bringen zu müssen. Der Angabe, dass das Verfahren nicht feuergefährlich sei, pflichtet *Croner* nur unter der Bedingung bei, dass für die Reaktion grobkristallisiertes Permanganat verwendet wird.

In Anbetracht der Wertschätzung, die die apparatlosen Verfahren seit einigen Jahren in immer höherem Masse geniessen, dank der wichtigen Ergänzung, die sie zu den Apparatverfahren bilden, in Anbetracht ferner der wichtigen Rolle, die unter den apparatlosen Verfahren das Formalin-Kaliumpermanganat-Verfahren spielt, sahen wir uns veranlasst, durch einige eigene Versuche einen weiteren Beitrag zu liefern zur Frage der Tauglichkeit dieses letzteren in der Raumdesinfektionspraxis.

Methodik.

Als Versuchsräume benutzten wir zwei Zimmer im ersten Stockwerk. Das eine ist ein mit den Längsseiten in West-Ost-Richtung gelegenes Bureauzimmer von 45 m^3 Rauminhalt, mit einem gegen Osten gerichteten Fenster.

¹⁾ *Fr. Croner, Lehrbuch der Desinfektion. Verlag W. Klinkhardt, Leipzig 1913, pag. 370.*

Hier wurde nur ein Versuch vorgenommen. Die andere Räumlichkeit ist mit ihren Längsseiten in Nord-Süd-Richtung orientiert. Sie dient als Bibliothekszimmer. Die Längsseiten sind von bis zur Decke reichenden, mit Drucksachen gefüllten Bücherregalen beinahe vollständig in Beschlag genommen. Dieses Zimmer fasst 65 m^3 und besitzt ebenfalls nur ein nach Süden gerichtetes Fenster.

Eine Abdichtung der zu desinfizierenden Räumlichkeiten soll sich nach den Angaben von *Dærr* und *Raubitschek* bei diesem Verfahren erübrigen. Gleichwohl verzichteten wir in der Regel nicht darauf. Ueber ihre Ausführung berichten wir bei der Wiedergabe der einzelnen Versuche, da sie nicht immer in ganz gleicher Weise bewerkstelligt wurde.

Von der Einleitung von Ammoniak nach beendeter Desinfektion wurde Umgang genommen, da die Testobjekte unmittelbar nach Beendigung des Versuches in sterilem Wasser gewaschen wurden, womit einer protrahierten Formaldehydeinwirkung Einhalt getan war.

Die Versuche stellten wir teils im Winter, teils im Sommer an. Ueber das Verhalten der relativen Feuchtigkeit unterrichtete ein Hygrometergraph nach *Richard*. Die Temperatur wurde jeweils unmittelbar vor Beginn der Desinfektion und nach ihrer Beendigung festgestellt. Hygrometergraph und Thermometer befanden sich ungefähr zwischen der Mitte des Raumes und seiner Peripherie.

Als Entwicklungsgefässe dienten zylindrische Kessel von verzinntem Eisenblech oder mit Emailüberzug in der Menge der Desinfizienzen entsprechender Grösse. Sie wurden ungefähr in der Mitte des Zimmerbodens aufgestellt. Als Desinfektionsmaterialien kamen die 40 vol.-%ige Formaldehydlösung mit dem gleichen Volumen Wasser verdünnt und Kaliumpermanganat in kleinen Kristallen zur Verwendung.

Die Desinfektionsdauer betrug bei sämtlichen Versuchen mit Ausnahme des vierten 6 Stunden.

Als Testbakterien wählten wir

1. *Staphylococcus pyogenes aureus*
2. *Bacterium coli commune*
3. *Bacterium paratyphi*
4. *Bacillus mesentericus* (Sporen) (2 Stämme von ungefähr gleicher Resistenz)
5. *Bacillus anthracis* (Sporen).

Betreffs ihrer Verarbeitung sowie der Vorbereitung des Testmaterials, das auch hier aus Seidenfäden, Filterpapierschnitzeln und Leinwandläppchen bestand, kann auf die frühere Arbeit «Ueber Raumdesinfektionsversuche mit dem Apparat *Fortschritt*» von *J. Thöni*¹⁾ verwiesen werden, da wir hier in ganz analoger Weise vorgegangen sind. Es wurde auch hier das mit den Mikroorganismen beschickte Testmaterial sowohl in feuchtem als auch

¹⁾ *J. Thöni*, Ueber Raumdesinfektionsversuche mit dem Apparat *Fortschritt*. Mitteig. aus d. Gebiete d. Lebensmitteluntersuchung u. Hygiene, veröffentl. v. Schweiz. Gesundheitsamt. IV, pag. 315. 1913.

in trockenem Zustande verwendet; ebenso geschah die Exposition auf dünnen Glasstäben in offenen Petrischalen.

Als Standorte der Testobjekte wählten wir teils Stellen, an denen für die Desinfektionswirkung günstige Bedingungen vorauszusetzen waren, teils solche, die notorisch ungünstigere Verhältnisse bieten. Als erstere kommen in Betracht die Expositionsstelle auf dem Schrank wegen ihrer erhöhten Lage, sowie diejenige auf dem Tisch in Anbetracht ihrer geringeren Entfernung vom Entwicklungsgefäß. Zu den der Desinfektion schwerer zugänglichen Lagen rechnen wir diejenigen auf dem Boden, besonders da sie peripher, schon im Bereich der Zimmerecken gelegen sind. Ferner gehört hierher auch der Standort in der wenig geöffneten Schublade, wobei die Testobjekte im hinteren Teile derselben aufgestellt waren.

Die weitere, sich unverzüglich anschliessende Verarbeitung des Testmaterials nach Beendigung der Desinfektion wurde wieder entsprechend der in der zitierten Arbeit befolgten Technik vorgenommen: Spülung in steriles Wasser und Uebertragung in Bouillon.

Um einen Maßstab für die Resistenz der widerstandsfähigsten unter den für die Versuche herangezogenen Organismen zu erhalten, wurden die sporenbildenden Stämme, *Bac. mesentericus* I und II, und *Bac. anthracis* der Wirkung des strömenden Wasserdampfes während verschiedenen Zeitintervallen ausgesetzt. Wir benutzten zu diesem Behufe den *Ohlmüller-Hoffmann'schen Apparat*.

In einem 1 L fassenden Erlenmeyerkolben, der etwa zu einem Viertel mit Wasser gefüllt ist, wird dieses zum Kochen gebracht. Im Halse des Kolbens ist der Apparat mittelst eines durchbohrten Korks aufmontiert. Er besteht aus einem kurzen, etwa 1,5 cm weiten vertikalen Glasrohr, das in einen ca. 3,5 cm Durchmesser aufweisenden, horizontalen Glaszyylinder mündet. Am einen Ende ist dieser durch einen mit einem Thermometer armierten Korkpfropfen verschlossen. Die Kugel des Thermometers liegt gerade über der Mündung des vertikalen Rohres. Das andere Ende des horizontalen Glaszyinders ist gleichfalls mit einem Korkpfropfen versehen, an dem einerseits ein Tischchen aus Drahtgeflecht mittelst Metallbügels befestigt ist, durch welchen andererseits oberhalb des Tischchens ein dünnes, etwa 4 mm weites Glasröhrchen geführt ist. Der Dampf strömt durch das vertikale Rohr, nimmt seinen Weg durch das Drahtgeflecht, wobei es auch die Kugel des Thermometers umspült und entweicht dann nach aussen durch das dünne Glasröhrchen.

Zu Beginn des Versuchs wird der mit dem Drahttischchen versehene Kork herausgenommen und das Tischchen mit den zu prüfenden Testobjekten beschickt. Sobald der Dampf in reichlicher Menge zur Entwicklung gelangt, wird der Pfropfen wieder eingefügt, womit die Testobjekte sofort der Wirkung des strömenden Wasserdampfes ausgesetzt sind. Nach den gewünschten Zeiträumen wird der Kork herausgenommen, das infizierte Material mittelst steriler Pinzette abgehoben und der Kork sofort wieder aufgesetzt. Das Testmaterial wird unverzüglich in Nährbouillon übertragen.

Für die erste Resistenzprüfung imbibierten wir getrocknete, sterile, etwa 1 cm lange Seidenfäden mit einer Sporenaufschwemmung von drei gestrichenen, mittelgrossen Oesen sporulierter Agaroberflächenkultur in 8 cm³ steriler physiologischer Kochsalzlösung. Wir gelangten zu folgendem Resultat:

| Dampfeinwirkung während | Minuten | | | | | | | |
|------------------------------|---------|----|----|----|----|---|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 |
| Bac. mesentericus I | ++ | ++ | ++ | 0 | 0 | 0 | ++ | ++ |
| Bac. mesentericus II | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | 0 | 0 | 0 |
| Bac. anthracis | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Die Kontrollen zeigen kräftiges Wachstum innert 24 Stunden.

Für die zweite und dritte Resistenzprüfung stellten wir folgende Aufschwemmung her: Eine sporulierte Schrägagarkultur wurde möglichst gleichmässig in 2 cm³ steriler physiologischer Kochsalzlösung verteilt und 0,5 cm³ steriles Pferdeserum hinzugefügt. Damit wurden wiederum Seidenfäden imbibiert. Die nächstfolgenden Tabellen geben über die beiden Versuchsergebnisse Auskunft:

| Dampfeinwirkung während | Minuten | | | | | | | |
|------------------------------|---------|-----|----|----|----|----|----|----|
| | 2 | 3 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 15 |
| Bac. mesentericus I | +++ | +++ | ++ | ++ | 0 | 0 | ++ | 0 |
| Bac. mesentericus II | +++ | +++ | ++ | ++ | ++ | 0 | 0 | 0 |

| Dampfeinwirkung während | Sekunden | | | | | | | |
|----------------------------|----------|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|
| | 5 | 10 | 15 | 20 | 30 | 45 | 60 | 120 |
| Bac. anthracis | +++ | +++ | +++ | +++ | +++ | +++ | 0 | 0 |

Die Kontrollen zeigen kräftiges Wachstum innert 24 Stunden.

| Dampfeinwirkung während | Minuten | | | | | | | |
|------------------------------|---------|-----|----|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 15 | 30 |
| Bac. mesentericus I | ++ | 0 | 0 | 0 | 0 | ++ | 0 | 0 |
| Bac. mesentericus II | +++ | +++ | ++ | ++ | ++ | 0 | 0 | 0 |
| Bac. anthracis | +++ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Die Kontrollen zeigen kräftiges Wachstum innert 24 Stunden.

Zeichenerklärung: +++ = Wachstum innerhalb 24 Stunden eingetreten.

++ = Wachstum innert 24 Stunden nicht eingetreten, sondern erst später erfolgt.

0 = Steril geblieben.

Die beiden verwendeten *Mesentericus*-stämme erwiesen sich also gegenüber strömenden Wasserdampf von 97 bis 98° C beträchtlich widerstandsfähiger als der Milzbrandstamm. *Bac. mesentericus* I wurde durch eine 10 bis 12 Minuten währende Einwirkung, *Bac. mesentericus* II durch eine solche von 8 Minuten Dauer nicht sicher abgetötet, der Milzbrandbazillus hingegen hielt einer nur eine Minute dauernden Erhitzung nicht immer Stand.

I. Versuche im Winter.

1. Versuch.

Dieser Versuch wurde im Bureauzimmer von 45 m³ Rauminhalt ausgeführt am 6. Februar 1913. Die Türe und das Fenster des Raumes waren mit befeuchteten Wattestreifen abgedichtet. Doppelfenster waren nicht vorhanden.

Durch das freundliche Entgegenkommen des tellurischen Observatoriums in Bern, dem wir an dieser Stelle unseren Dank aussprechen, sind wir in den Stand gesetzt, Angaben zu machen über die Temperatur, relative Luftfeuchtigkeit, Windstärke und Windrichtung, die jeweilen an den Versuchstagen herrschten.

| | Temperatur | Relative Luftfeuchtigkeit | Windstärke ¹ | Windrichtung |
|------------|------------|---------------------------|-------------------------|--------------|
| 9 h. a. m. | 1,8° | 92% | 0 | S |
| 12 h. m. | 6,7° | 67% | 0 | S |
| 3 h. p. m. | 9,1° | 60% | 0 | N E |

Die Testobjekte wurden folgendermassen aufgestellt:

1. Auf dem Schrank in 2,5 m Höhe und 2,9 m Entfernung vom Entwicklungsgefäß.
2. Auf dem Tisch in 80 cm Höhe und 2 m Entfernung vom Entwicklungsgefäß.
3. Auf dem Boden (beim Fenster) in 2,9 m Entfernung vom Entwicklungsgefäß.
4. Auf dem Boden (beim Schrank) in 2,9 m Entfernung vom Entwicklungsgefäß.
5. In der wenig geöffneten Tischschublade, hinten; in 50 cm Höhe und 1,8 m Entfernung vom Entwicklungsgefäß.

Die Desinfektionsmaterialien wurden in der für einen Raum von 50 m³ vorgeschriebenen Menge verwendet:

Kaliumpermanganat 1000 g
20%iges Formol 2000 cm³.

Ueber das gewonnene Ergebnis orientiert die nachstehende Tabelle I.

¹ Windstärke nach der Landskala, in welcher bedeutet:

0 = Windstille; 1 = Sehr schwach — schwach; 2 = Mässig;
3 = Stark bis sehr stark; 4 = Heftig — Sturm.

Tabelle I.

Desinfektionsversuch nach

Datum: 6. Februar 1913.

Verhalten der Kontrollkulturen: Nach 24 Stunden

| Testbakterien | Schrank | | | | | | Tisch | | | | | |
|--|--------------|--------|-------------------|--------|------------------|--------|--------------|--------|-------------------|--------|------------------|--------|
| | Seiden-fäden | | Leinwand-läppchen | | Papier-schnitzel | | Seiden-fäden | | Leinwand-läppchen | | Papier-schnitzel | |
| | trocken | feucht | trocken | feucht | trocken | feucht | trocken | feucht | trocken | feucht | trocken | feucht |
| 1. <i>Staphylococcus pyogenes aureus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | ++ | 0 | ++ | 0 | ++ | 0 |
| 2. <i>Bact. coli commune</i> . . | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | ++ | 0 | 0 | 0 |
| 3. <i>Bact. paratyphi</i> . . . | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | +++ | 0 | 0 | 0 |
| 4. <i>Bac. mesentericus</i> (Sporen) . | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | ++ | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5. <i>Bac. anthracis</i> (Sporen) . | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | ++ | ++ | 0 | 0 | 0 | 0 |

Von der Gesamtzahl der 150 exponierten Objekte wurden 56,7 %, von der Zahl der feuchten Testobjekte 74,7 %, von der Zahl der trockenen Testobjekte 38,7 % abgetötet.

Bei den später zur Ausführung gelangten Versuchen wurde von einer Prüfung der Desinfektionswirkung in geschlossener Schublade abgesehen. Um die Möglichkeit der Vergleichung einander vollständig entsprechender Werte zu bieten, seien hier auch die entsprechenden Prozentzahlen wiedergegeben, zu denen eine Berechnung ohne Berücksichtigung der in der Schublade aufgestellten Testobjekte führt:

Von sämtlichen 120 Objekten wurden sterilisiert: 67,5 %
 von den feuchten » » » 88,3 %
 von den trockenen » » » 46,7 %.

Der von *J. Thöni* am 29. Januar 1913 im selben Zimmer unter den gleichen Verhältnissen ausgeführte Kontrollversuch mit dem *Flügge'schen Apparat*¹⁾ darf auch für den hier angeführten Versuch als Kontrolle herangezogen werden. Es müssen dabei zum Zwecke eines einwandfreien Vergleichs die in unserem Versuche auf dem Boden beim Schrank aufgestellten Testobjekte aus der Berechnung des desinfektorischen Effektes eliminiert werden, da auch in jenem Versuche auf dem Boden nur vorn beim Fenster Objekte aufgestellt wurden. Unter Berücksichtigungen dieses Umstandes gelangen wir zu folgenden Werten:

¹⁾ *Thöni, J.*, l. c. pag. 318.

Tabelle I.

dem Bürli'schen Verfahren.

Temperatur des Versuchsraumes: 18° C.

kräftiges Wachstum in allen Kulturen.

| Boden (unter dem Fenster) Entfernung v. Apparat 2,90 m | | | | | Boden (bei Schrank) Entfernung v. Apparat 2,90 m | | | | | Schublade Entfernung v. Apparat 1,80 m Höhe 50 cm | | | | | |
|---|--------|-------------------|--------|------------------|---|---------|-------------------|---------|------------------|---|--------|-------------------|--------|------------------|--------|
| Seiden-fäden | | Leinwand-läppchen | | Papier-schnitzel | Seiden-fäden | | Leinwand-läppchen | | Papier-schnitzel | Seiden-fäden | | Leinwand-läppchen | | Papier-schnitzel | |
| trocken | feucht | trocken | feucht | trocken | feucht | trocken | feucht | trocken | feucht | trocken | feucht | trocken | feucht | trocken | feucht |
| +++ | +++ | +++ | 0 | +++ | 0 | +++ | 0 | +++ | 0 | +++ | +++ | +++ | ++ | +++ | ++ |
| +++ | +++ | +++ | +++ | 0 | +++ | +++ | 0 | +++ | 0 | +++ | +++ | +++ | +++ | +++ | ++ |
| +++ | 0 | +++ | 0 | +++ | 0 | +++ | 0 | +++ | 0 | +++ | +++ | +++ | 0 | +++ | 0 |
| +++ | 0 | +++ | 0 | +++ | 0 | 0 | ++ | 0 | 0 | 0 | 0 | ++ | +++ | ++ | --- |
| +++ | 0 | +++ | 0 | +++ | 0 | +++ | 0 | +++ | 0 | +++ | +++ | +++ | +++ | +++ | +++ |

| | Nach dem apparat- losen Verfahren | Nach Flügge | Differenz |
|---|--------------------------------------|----------------|-----------|
| Von sämtlichen 90 Objekten wurden sterilisiert | 71,1 % | 77,8 % | — 6,7 % |
| Von den feuchten » » » | 86,7 % | 88,9 % | — 2,2 % |
| Von den trockenen » » » | 55,5 % | 66,7 % | — 11,2 % |
| Von den auf dem Schrank exponierten Objekten wurden sterilisiert | 100 % | 100 % | 0 % |
| Von den auf dem Tisch exponierten Objekten wurden sterilisiert | 73,3 % | 100 % | — 26,7 % |
| Von den auf dem Boden exponierten Objekten wurden sterilisiert | 40 % | 33,3 % | + 6,7 % |

Abgesehen von dem mittels des *Flügge'schen* Verfahrens erzielten höheren Gesamtdesinfektionseffekt, zeigt sich dieses besonders gegenüber dem trockenen Testmaterial überlegen, wobei allerdings bemerkt werden muss, dass bei diesen Versuchen auf eine Bestimmung der relativen Feuchtigkeit aus äusseren Gründen verzichten werden musste, dieser Differenz also kein allzu grosser Wert beigelegt werden darf. Einzig bezüglich der Bodendesinfektion wurde mit dem apparatlosen Verfahren ein besseres Resultat erreicht.

2. Versuch.

Für diesen sowie alle im Folgenden noch angeführten Versuche wurde das Bibliothekzimmer mit 65 m³ Rauminhalt benutzt. Die Fensteröffnung war mit Doppelfenstern ausgestattet. Die inneren Fensterflügel wurden mit trockenen Wattestreifen, im obersten Teil (sog. Oberlicht) mit feuchten, 10 cm breiten Zeitungspapierstreifen, die Tür ebenfalls mit feuchten Zeitungspapierstreifen abgedichtet.

Für den Versuchstag, den 10. Dezember 1913, gibt das tellurische Observatorium folgende Witterungsdaten:

| | Temperatur | Relative Luftfeuchtigkeit | Windstärke | Windrichtung |
|------------|------------|---------------------------|------------|--------------|
| 9 h. a. m. | 4,9° | 90 % | 0 | W |
| 12 h. m. | 7,8° | 81 % | 0 | W |
| 3 h. p. m. | 4,3° | 93 % | 0 | N |

Die Testobjekte wurden in folgender Weise postiert:

1. Auf dem Schrank in 2,4 m Höhe und 2,8 m Entfernung vom Entwicklungsgefäß.
2. Auf dem Tisch in 75 cm Höhe und 1,4 m Entfernung vom Entwicklungsgefäß.
3. Auf dem Boden (beim Fenster) in 2,4 m Entfernung vom Entwicklungsgefäß.
4. Auf dem Boden (beim Schrank) in 1,8 m Entfernung vom Entwicklungsgefäß.

An Desinfektionsmaterialien wurden die für einen Raum von 75 m³ vorgesehenen Mengen verwendet, nämlich:

Kaliumpermanganat 1500 g
Formalin 20 % 3000 cm³.

Während der Versuchsdauer war die Zentralheizung abgestellt. Die Zimmertemperatur betrug bei Beginn der Desinfektion 17, am Ende derselben 16° C.

Der Hygrometrograph, den wir in diesem sowie in allen folgenden Versuchen in gleicher Weise benutzten, fand auf dem Aufsatz des Tisches Aufstellung, in 1,1 m Höhe und 1,8 m Entfernung vom Entwicklungsgefäß, zwischen diesem und dem Fenster. Aus der im Folgenden wiedergegebenen Kurve betreffend das Verhalten der relativen Feuchtigkeit im Zimmer während des Versuchs wird ersichtlich, dass diese mit dem Einsetzen der Reaktion im Entwicklungsgefäß eine rapide Zunahme erfuhr, sodass innert etwa 8 Minuten eine Steigerung um 50 % erfolgte. Ummittelbar vor Versuchsbeginn betrug der Feuchtigkeitsgehalt 40 %, nach ca. 8 Minuten 90 %. Damit war das Maximum erreicht; bereits nach ca. 10 weiteren



Tabelle II.

Desinfektionsversuch nach dem Bürli'schen Verfahren.

Datum: 10. Dezember 1913.

Verhalten der Kontrollkulturen: Mit einer Ausnahme nach 24 Stunden kräftiges Wachstum zeigend. Die mit *Mesentericus* beschickten, getrockneten Seidenfäden ergeben erst nach 36 Stunden beginnendes, nach 48 Stunden kräftiges Wachstum.

| Testbakterien | Schrank | | | Tisch | | | Boden (unter dem Fenster) | | | Boden (beim Schrank) | | | |
|--|---|-------------------|------------------|---|----------------|------------------|--------------------------------------|-----------------|------------------|--|-------------------|------------------|--------|
| | Entfern. vom Gefäss 2,8 m Höhe 2,4 m | | | Entfern. v. Entwicklungsgefäss 1,4 m, Höhe 0,75 m | | | Entfern. v. Entwicklungsgefäss 2,4 m | | | Entfernung vom Entwicklungsgefäß 1,8 m | | | |
| | Seiden-fäden | Leinwaud-läppchen | Papier-schnitzel | Seiden-fäden | Leinw.-läppch. | Papier-schnitzel | Seiden-fäden | Leinw.-läppchen | Papier-schnitzel | Seidenfäden | Leinwand-läppchen | Papier-schnitzel | |
| | trock. | feucht | trocken | feucht | trock. | feucht | trock. | feucht | trock. | trocken | feucht | trocken | feucht |
| 1. <i>Staphylococcus</i> <i>pyogenes aureus</i> | 0 | 0 | ++ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | +++ | 0 |
| 2. <i>Bact. coli</i> com- mune | 0 | 0 | +++ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | ++ | 0 | 0 | +++ |
| 3. <i>Bact. paratyphi</i> | 0 | 0 | +++ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | +++ | 0 |
| 4. <i>Bac. mesenteri- cicus</i> (Sporen) . . | 0 | 0 | ++ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | ++ | ++ | ++ | ++ |
| 5. <i>Bac. anthracis</i> (Sporen) . . . | 0 | 0 | ++ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | ++ | +++ | +++ | 0 |

Minuten trat ein zunächst rasches, dann langsameres Zurückgehen der Feuchtigkeit ein. In dieser rückgängigen Phase betrug die Abnahme in der ersten Stunde 20 %, in der zweiten 6,5 %, in der dritten 3 %, in der vierten 3,5 %, in der fünften 2 %. Am Schlusse der Desinfektion zeigte sich noch ein Feuchtigkeitsgehalt von 54 %.

Aus Tabelle II lässt sich Folgendes über die Desinfektionswirkung ermitteln:

| | |
|---|--------|
| Von sämtlichen 120 Objekten wurden sterilisiert | 77,5 % |
| von den feuchten » » » | 91,7 % |
| von den trockenen » » » | 63,3 % |
| von den auf dem Schrank exponierten Objekten | |
| wurden sterilisiert | 83,3 % |
| von den auf dem Tisch exponierten Objekten | |
| wurden sterilisiert | 100 % |
| von den auf dem Boden beim Fenster exponierten Objekten wurden sterilisiert | 83,3 % |
| von den auf dem Boden beim Schrank exponierten Objekten wurden sterilisiert | 43,3 % |

Es ist bemerkenswert, dass von den auf dem Schrank aufgestellten Objekten ausschliesslich die 5 trockenen Leinwandlappchen keine Sterilisierung erfuhren.

Ueber die Leistungsfähigkeit des Verfahrens im Winter suchten wir noch besseren Aufschluss zu erhalten durch die zwei folgenden Versuche. Einmal sollten durch gute Zimmerabdichtung und Erzeugung eines längere Zeit andauernden hohen Feuchtigkeitsgehaltes der Luft für einen guten Desinfektionseffekt möglich günstige Konditionen geschaffen werden; als dann waren die Resultate zu eruieren, die sich unter ungünstigen Verhältnissen erzielen lassen, wie wir sie durch ungenügende Zimmerabdichtung und niedere Temperatur zum Ausdruck brachten.

3. Versuch.

Es waren Doppelfenster vorhanden. Das innere Fenster war mit trockenen Wattestreifen, im oberen Teil («Oberlicht») mit feuchten 10 cm breiten Zeitungspapierstreifen abgedichtet, mit letzteren ebenso die Tür.

Witterungsverhältnisse am Versuchstag, dem 16. Dezember 1913:

| | Temperatur | Relative Luftfeuchtigkeit | Windstärke | Windrichtung |
|-------|------------|---------------------------|------------|--------------|
| 9 h. | — 1,4 | 100 % | 0 | S S W |
| 12 h. | 1,8 | 99 % | 0 | S S W |
| 3 h. | 4,5 | 78 % | 0 | S W |

Die Aufstellung der Testobjekte war die gleiche wie im 2. Versuch; dasselbe gilt von der Menge der verwendeten Desinfektionsmaterialien. Während der Versuchsdauer war die Zentralheizung abgestellt. Die Zimmer-temperatur betrug bei Beginn des Versuches 18°, bei Beendigung desselben 17° C.

Zum Zwecke der Erzielung eines möglichst kleinen Sättigungsdefizites wurden unmittelbar vor dem Beginn der Desinfektion 2,5 L Wasser im Raume verdampft, wobei die relative Feuchtigkeit von 38 % auf 87,5 % anstieg, um aber nach Beendigung der Verdampfung sofort wieder auf 50 und dann langsamer auf 46 % zu fallen. Die Frage, durch welche Momente diese auffallende Feuchtigkeitsabnahme verursacht wurde, ermittelten wir nicht eingehender. Es sei hier nur angeführt, dass schon früher im gleichen Zimmer analoge Erfahrungen gemacht wurden.¹⁾ Die Tatsache mag zum Teil dadurch bedingt sein, dass in diesem Raum eine verhältnismässig grosse Menge von trockenem Papier aufbewahrt wird, zum anderen Teil durch das unvermeidliche Öffnen der Tür, wobei ein Ausgleich mit der trockenen Korridorluft stattgefunden haben dürfte. Wir suchten uns nun in der Weise zu helfen, dass wir gleichzeitig mit Versuchsbeginn die Verdampfung von 2,5 L Wasser einleiteten.

Wie die nachstehende graphische Darstellung zeigt, wurde so ein Feuchtigkeitsmaximum von 98 % und etwa einer Stunde Dauer erreicht. Nach einer plötzlichen Zunahme des Feuchtigkeitsgehaltes von 46 auf 90 % dauerte es noch etwa 20 Minuten bis dieses Maximum erreicht war. Nach Ablauf einer Stunde begann dann die Abnahme des Wasserdampfgehaltes zuerst rasch, innerst einer Stunde um 18 %, dann langsamer, innerst der nächsten Stunde um 10 %, der dann folgenden Stunde um 5 %. Am Ende der Desinfektion waren noch 60 % Feuchtigkeit vorhanden. Die Herstellung günstiger Bedingungen punkto Feuchtigkeitsverhältnisse darf daher als gelungen betrachtet werden.

Umso auffallender muss nun zunächst das Resultat betreffend die Desinfektionswirkung, in Tabelle III zusammengestellt, erscheinen:

| | |
|---|---------------------------|
| Von sämtlichen 120 Testobjekten wurden sterilisiert | 75 % |
| von den feuchten | » » » 90 % |
| von den trockenen | » » » 60 % |
| von den auf dem Schrank exponierten Testobjekten | |
| wurden sterilisiert | 100 % |
| von den auf dem Tisch exponierten Testobjekten | |
| wurden sterilisiert | 96,7 % |
| von den auf dem Boden beim Fenster exponierten | |
| Testobjekte wurden sterilisiert | 63,3 % |
| von den auf dem Boden beim Schrank exponierten | |
| Testobjekten wurden sterilisiert | 40 % |

¹⁾ Thöni, J., l. c. pag. 337.

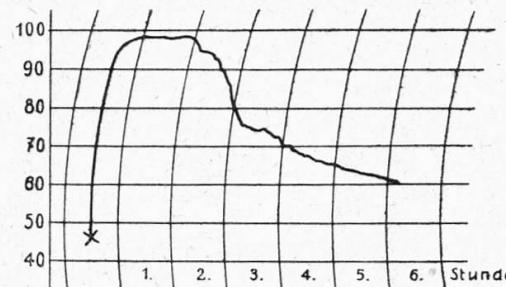


Tabelle III.

Desinfektionsversuch nach dem Bürli'schen Verfahren.

Datum: 16. Dezember 1913.

Verhalten der Kontrollkulturen: Nach 24 Stunden kräftiges Wachstum in allen Kulturen.

| Testbakterien | Schrank | | | Tisch | | | Boden (unter dem Fenster) | | | Boden (beim Schrank) | | | | | | | |
|--|--|--------|-----------------|---|--------------|--------|--|------------------|--------------|--|-----------------|------------------|--------------|--------|-----------------|------------------|-----|
| | Entfern. v. Entwicklungs-gefäß 2,8 m, Höhe 2,4 m | | | Entfern. v. Entwicklungs-gefäß 1,4 m, Höhe 0,75 m | | | Entfernung v. Entwicklungs-gefäß 2,4 m | | | Entfernung v. Entwicklungs-gefäß 1,8 m | | | | | | | |
| | Seiden-fäden | | Leinw.-läppchen | Papier-schnitzel | Seiden-fäden | | Leinw.-läppchen | Papier-schnitzel | Seiden-fäden | | Leinw.-läppchen | Papier-schnitzel | Seiden-fäden | | Leinw.-läppchen | Papier-schnitzel | |
| | trock. | feucht | trock. | feucht | trock. | feucht | trock. | feucht | trocken | feucht | trocken | feucht | trocken | feucht | trocken | feucht | |
| 1. <i>Staphylococcus pyogenes aureus</i> . . . | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | ++ | 0 | +++ | 0 | 0 | +++ | 0 | |
| 2. <i>Bact. coli commune</i> . . . | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | +++ | 0 | +++ | 0 |
| 3. <i>Bact. paratyphi</i> . . . | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | +++ | 0 | +++ | 0 |
| 4. <i>Bac. mesentericus</i> (II.) (Sporen) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | ++ | 0 | 0 | 0 | +++ | ++ | +++ | ++ | +++ | +++ | +++ | +++ |
| 5. <i>Bac. anthracis</i> (Sporen) . . | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | +++ | 0 | +++ | 0 | +++ | 0 | +++ | 0 |

Der gesamte desinfektorische Effekt ist also sogar etwas geringer aus gefallen als beim zweiten Versuch. Sehen wir aber von den Boden-Test objekten ab, so kommt die Verbesserung der Versuchsbedingungen immerhin deutlich zum Ausdruck. In beiden Versuchen wurden alle feuchten, auf dem Schrank und Tisch postierten Objekte sterilisiert, im zweiten Versuch wurden aber von den gleich gelagerten trockenen Objekten nur 83,3% keimfrei gemacht, während es im dritten Versuch 96,7% waren.

4. Versuch.

Die abschliessende Wirkung der Doppelfenster wurde durch vollständiges Oeffnen der äusseren Fenster ausgeschaltet, auch fand keine besondere Abdichtung der inneren Fenster statt. An die Fugen der Türe applizierte man aus äusseren Gründen feuchte Papierstreifen. Die Zimmertemperatur wurde erniedrigt durch Abstellen der Heizung und geringfügiges Oeffnen der inneren und äusseren Fenster zwölf Stunden vor Versuchsbeginn. Sie betrug in diesem Zeitpunkt 12° C, am Ende der Desinfektion 10,5° C. Die Firma *M. Bürli* gibt in ihrem Prospekt an, dass für eine Temperatur von 20° C zu sorgen sei. *Croner*¹⁾ bezeichnet eine Temperatur von 10° C als das Minimum für einen günstigen Desinfektionsverlauf. Es geht daraus hervor, dass in bezug auf Abdichtung und Temperatur Verhältnisse geschaffen worden waren, die als relativ ungünstig bezeichnet werden müssen.

Die Witterungsverhältnisse am Versuchstag, dem 19. Dezember 1913, waren folgende:

| | Temperatur | Relative Luftfeuchtigkeit | Windstärke | Windrichtung |
|-------|------------|---------------------------|------------|--------------|
| 9 h | — 2,2° | 100 % | 2 | N E |
| 12 h. | — 2,0° | 99 % | 2 | N E |
| 3 h. | — 2,3° | 78 % | 2 | N |

Punkto Aufstellung der Testobjekte und Menge der verwendeten Des infektionsmaterialien wurde in diesem wie in den folgenden Versuchen genau die gleiche Technik befolgt wie im 2. und 3. Versuch. Hingegen dehnten wir im 4. Versuch die Desinfektionsdauer auf sieben Stunden aus.

Wie nun aus der hygrographischen Kurve hervorgeht, wurden mit Versuchsbeginn günstige Feuchtigkeitsverhältnisse gewonnen. Es kann dies nicht überraschen, da mit abnehmender Temperatur der gleichen absoluten Feuchtigkeitsmenge eine höhere relative Feuchtigkeit entspricht. Dass in dieser Beziehung eine Temperaturerniedrigung grösseren Einfluss haben kann als gute Abdichtung, zeigt ein Vergleich mit der Feuchtigkeitskurve des zweiten Versuchs. War auch die Abdichtung dort eine wesentlich bessere, so konnte

¹⁾ *Croner Fr.*, l. c. pag. 354.

doch kein so hoher Feuchtigkeitsgehalt wie hier erreicht werden. Innerhalb der ersten 15 Minuten trat eine Zunahme von 50 auf 95 % ein, in weiteren 15 Minuten wurde das Maximum von 96 % erreicht. Seine Dauer betrug ungefähr 20 Minuten. Das Zurückgehen der relativen Feuchtigkeit war dann in den nächsten drei Stunden ein rascheres, Abnahmen von 15, dann 13,5, dann 5 % pro Stunde aufweisend, wurde hierauf geringfügig, indem es sich nur noch in stündlichen Verlusten von durchschnittlich 1 % äusserte. Am Ende des Versuchs bestand immer noch ein Feuchtigkeitsgehalt von 57,5 %.

Was nun die Desinfektionswirkung anlangt, so dokumentiert sich in den aus Tabelle IV zu gewinnenden Zahlen ein eigenartiges Verhalten des Testmaterials:

| | |
|--|--------|
| Von sämtlichen 120 Objekten wurden sterilisiert | 80 % |
| von den feuchten » » » | 86,7 % |
| von den trockenen » » » | 73,3 % |
| von den auf dem Schrank exponierten Objekten | |
| wurden sterilisiert | 90 % |
| von den auf dem Tisch exponierten Objekten | |
| wurden sterilisiert | 93,3 % |
| von den auf dem Boden beim Fenster exponierten | |
| Objekten wurden sterilisiert | 70 % |
| von den auf dem Boden beim Schrank exponierten | |
| Objekten wurden sterilisiert | 66,7 % |

Wir gelangen also zu dem auf den ersten Blick paradox erscheinenden Resultate, dass von den drei im 65 m³-Zimmer im Winter vorgenommenen Versuchen der unter den ausgesprochen ungünstigsten Begleitumständen zur Ausführung gelangte den höchsten desinfektorischen Gesamteffekt erzielte. Auffallend muss es überdies erscheinen, dass dabei das bessere Resultat ausschliesslich an den trockenen Testobjekten zur Geltung kommt, während umgekehrt die feuchten Präparate etwas ungünstigere Verhältnisse aufweisen. Wir geben die Befunde in nachstehender Uebersichtstabelle wieder.

Prozentsätze der sterilisierten Objekte (inclusive Mesentericus):

| | 2. Versuch | 3. Versuch | 4. Versuch |
|------------------------------|------------|------------|------------|
| Total | 77,5 | 75 | 80 |
| Feucht | 91,7 | 90 | 86,7 |
| Trocken | 63,3 | 60 | 73,3 |
| Schrank | 83,3 | 100 | 90 |
| Tisch | 100 | 96,7 | 93,3 |
| Boden beim Fenster | 83,3 | 63,3 | 70 |
| Boden beim Schrank | 43,3 | 40 | 66,7 |

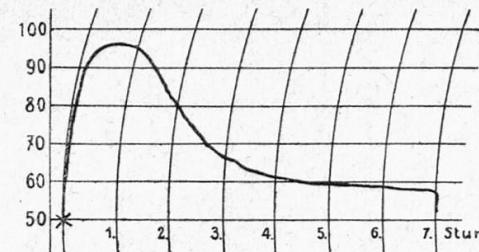


Tabelle IV.

Desinfektionsversuch nach dem Bürli'schen Verfahren.

Datum: 19. Dezember 1913.

Verhalten der Kontrollkulturen: Nach 24 Stunden kräftiges Wachstum in allen Kulturen.

| Testbakterien | Schrank | | | | | | Tisch | | | | | | Boden (unter dem Fenster) | | | | | | Boden (beim Schrank) | | | | | | |
|--|--|-----------------|---|--------------|--------------------------------------|------------------|--------------------------------------|-----------------|------------------|--------------|-----------------|------------------|---------------------------|-----------------|------------------|--------------|-----------------|------------------|----------------------|-----------------|------------------|--------|-----|-----|---|
| | Entfern. v. Entwicklungs-gefäß 2,8 m, Höhe 2,4 m | | Entfern. v. Entwicklungs-gefäß 1,4 m, Höhe 0,75 m | | Entfern. v. Entwicklungs-gefäß 2,4 m | | Entfern. v. Entwicklungs-gefäß 1,8 m | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Seiden-fäden | Leinw.-läppchen | Papier-schnitzel | Seiden-fäden | Leinw.-läppchen | Papier-schnitzel | Seiden-fäden | Leinw.-läppchen | Papier-schnitzel | Seiden-fäden | Leinw.-läppchen | Papier-schnitzel | Seiden-fäden | Leinw.-läppchen | Papier-schnitzel | Seiden-fäden | Leinw.-läppchen | Papier-schnitzel | Seiden-fäden | Leinw.-läppchen | Papier-schnitzel | | | | |
| | trock. | feucht | trocken | feucht | trock. | feucht | trock. | feucht | trocken | trock. | feucht | trocken | trock. | feucht | trocken | feucht | trock. | feucht | trock. | feucht | trock. | feucht | | | |
| 1. <i>Staphylococcus pyogenes aureus</i> . . . | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | ++ | 0 | 0 | ++ | 0 | ++ | 0 | 0 | 0 | |
| 2. <i>Bact. coli commune</i> . . . | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 3. <i>Bact. paratyphi</i> . . . | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | +++ | 0 | 0 | 0 | 0 | +++ | 0 | 0 | 0 | |
| 4. <i>Bac. mesenteric. (II.) Sporen</i> | ++ | 0 | +++ | 0 | 0 | ++ | 0 | 0 | 0 | +++ | ++ | 0 | +++ | +++ | +++ | +++ | +++ | +++ | +++ | +++ | +++ | +++ | +++ | +++ | |
| 5. <i>Bac. anthracis</i> (Sporen) . . | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | ++ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | +++ | 0 | 0 | 0 |

Suchen wir vorerst die Tatsache der Verschiebung des Desinfektionseffektes zugunsten der trockenen Objekte dem Verständnis näher zu bringen, so scheint uns eine analoge Erfahrung von Wert zu sein, die *Rubner* und *Peerenboom*¹⁾ an mit Sporen beschicktem Testmaterial machten, als sie darauf ausgingen, die hygroskopische Wirkung des Formaldehyds und sein davon abhängiges Desinfektionsvermögen nachzuweisen. In einem trockenen Erlenmeyerschen Kölbchen wurden Bakterien und Sporen an Seidenfäden, die frei von hygroskopischem Wasser waren, auf ein steriles Drahtgeflecht gebracht, ebenso in einem feuchten Kölbchen das gleiche Testmaterial teils in lufttrockenem, teils in nassem Zustande. Hierauf wurde trockenes Formaldehydgas in beide Kolben eingeleitet. Die Autoren beobachteten nun, dass im trockenen Kolben auch sehr wenig widerstandsfähige Organismen wie Typhusbazillen am Leben blieben, während im feuchten Kolben alle vegetativen Formen leicht abgetötet wurden; die Sporen zeigten, wie zu erwarten war, grössere Resistenz. Was nun aber auch zur Erklärung unseres Versuchsergebnisses interessant erscheint, ist die Tatsache, dass die Sporen im feuchten Kölbchen an den nassen Fäden länger widerstehen, als diejenigen an den trockenen. « Die trockenen Fäden konnten ihr Wasser nur aus der Luft des Kolbens aufnehmen und enthielten demgemäß nur hygroskopisches Wasser. Nichtsdestoweniger ist die Einwirkung des Formaldehyds auf diese Fäden in zwei angeführten Versuchen eine energischere als auf die nassen Fäden. Bei den nassen Fäden ist vermutlich die Konzentration der Formaldehydlösung eine zu geringe gewesen, um in der gegebenen Zeit zu einer Desinfektionswirkung zu gelangen. Daraus folgt, dass es für die Desinfektion der Gegenstände mit Formaldehyd ein Optimum des Wassergehalts geben muss, und dass eine darüber hinausgehende Verdampfung von Wasser der Desinfektionswirkung eher schädlich wird, indem sie die Konzentration der entstehenden Formaldehydlösung verringert. »

Auch bei unseren Versuchen dürfte dieses Moment einen Einfluss gehabt haben. Bei dieser Annahme erhebt sich aber die Frage, warum das nicht auch beim 2. und 3. Versuch der Fall war. Nun betrug im zweiten Versuch die Zimmertemperatur 17—16°, im dritten 18—17° C, während sie im vierten Versuch nur 12—10,5° C erreichte. Es könnte also wohl die weitere Supposition das Richtige treffen, dass die Desinfektionshemmung durch Verminderung der Formaldehydkonzentration infolge zu hohen Wassergehaltes der Testobjekte durch jene höheren Temperaturen und dadurch bedingte, erhöhte Reaktionsgeschwindigkeit überwunden wurde, während sie sich Geltung verschaffte bei der niederen Temperatur des vierten Versuches. Ausserdem mögen durch die weniger gute Abdichtung bedingte Luftströmungen im gleichen Sinne gewirkt haben.

Was den höheren Gesamtdesinfektionseffekt des 4. Versuches anlangt, so finden wir eine Erklärung für diese Erscheinung, wenn wir unser Augen-

¹⁾ *M. Rubner* und *Peerenboom*, Beiträge zur Theorie und Praxis der Formaldehyddesinfektion. Hyg. Rundschau 9. pag. 271. 1899.

merk auf die Verhältnisse richten, welche die Expositionsstelle «Boden beim Schrank» aufweist. Es ist ersichtlich, dass dieser Standort im 4. Versuch ein so günstiges Resultat ergab, dass auch das Gesamtergebnis unter den drei Versuchen hier am besten ausfallen musste. Die in diesem Versuche erreichten Werte stellen sich um 23,4 resp. 26,7% höher als in den beiden vorhergehenden. Es wird das nur durch die Annahme plausibel, dass im vierten Versuch in der Tat Luftströmungen mit vorwiegend horizontaler Richtung eine Rolle gespielt haben. Dafür spricht auch der Umstand, dass die am vorteilhaftesten gelegene Expositionsstelle «Tisch» im vierten Versuch ein etwas ungünstigeres Resultat zeitigte. Wir glauben also nicht fehl zu gehen, wenn wir Luftströmungen für das erzielte bessere Ergebnis beim unter den ungünstigsten Begleitumständen ausgeführten Versuch verantwortlich machen.

Am 17. April 1913 wurde im gleichen Zimmer ein Desinfektionsversuch mit dem *Flügge'schen Apparat*¹⁾ ausgeführt, wobei dasselbe Testmaterial an den gleichen Stellen zur Exposition kam und in analoger Weise verarbeitet wurde. Die Desinfektionsdauer betrug sieben Stunden, die Menge der Desinfektions- und anderen Materialien war die für diese Raumgrösse und Zeit vorgeschriebene. Auch wurden die Feuchtigkeitsverhältnisse hygrometrisch registriert. Die nachstehende tabellarische Uebersicht ermöglicht einen Vergleich der Befunde, die bei jenem Versuche erhoben wurden mit den Ergebnissen, zu denen wir mit dem Formalin - Permanganat - Verfahren gelangten. Da bei der Desinfektion mit dem *Flügge*-Apparat kein *Mesentericus* als Testorganismus zur Verwendung gelangte, haben wir auch bei der Berechnung der Prozentzahlen bei unseren Versuchen das *Mesentericustest*-material unberücksichtigt gelassen.

Feuchtigkeitsverhältnisse des 2., 3. und 4. Versuchs sowie des als Kontrolle dienenden Versuchs mit dem *Flügge*-Apparat:

| | 2. Versuch | 3. Versuch | 4. Versuch | Kontrollversuch |
|--|------------|------------|------------|---------------------|
| Relative Feuchtigkeit zu Beginn | 40 % | ca. 46 % | ca. 50 % | 34 % |
| Dauer bis zur Erreichung des Maximum | 8 Minuten | 20 Minuten | 30 Minuten | nicht ganz 1 Stunde |
| Höhe des Maximum | 90 % | 98 % | 96 % | 86 % |
| Dauer des Maximum | 10 Minuten | 60 Minuten | 20 Minuten | ca. 5 Minuten |
| Relative Feuchtigkeit am Ende der 3. Stunde | 62,5 % | 74 % | 66 % | 60 % |
| Relative Feuchtigkeit am Ende der 6. Stunden | 54 % | 60 % | 59 % | 45 % |

¹⁾ *Thöni J.*, l. c. pag. 331.

Prozentsätze der sterilisierten Objekte (exclusive Mesentericus).

| | 2. Versuch | 3. Versuch | 4. Versuch | Kontroll-versuch |
|----------------------------|------------|------------|------------|------------------|
| Total | 81,25 | 82,3 | 92,7 | 83,3 |
| Feucht | 97,9 | 100 | 100 | 93,75 |
| Trocken. | 64,6 | 64,6 | 85,4 | 72,9 |
| Schrank | 83,3 | 100 | 100 | 91,7 |
| Tisch | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Boden beim Fenster | 91,7 | 79,2 | 87,5 | 83,3 |
| Boden beim Schrank | 50,0 | 50,0 | 83,3 | 58,3 |

Es zeigt sich also das Formalin-Permanganat-Verfahren bezüglich der Schaffung günstiger Feuchtigkeitsverhältnisse der Desinfektion mit dem *Flügge*-Apparat um ein Weniges überlegen. Hinsichtlich der Abtötungsquote treten zwischen den beiden Methoden keine grossen Differenzen auf. Jedenfalls scheinen sie uns nicht gross genug zu sein, um daraus die Begründung ziehen zu können, ein Urteil zugunsten oder Ungunsten des einen oder anderen Verfahrens zu fällen. Es sei noch darauf hingewiesen, dass, wie früher bei Gelegenheit des Vergleichs des ersten Versuchs mit dem *Flügge*-Verfahren, auch beim zweiten und dritten Versuch eine relativ geringere Einwirkung auf die trockenen Testobjekte zu Tage tritt.

II. Versuche im Sommer.

Es wurde für diese beiden Versuche das 65 m³-Zimmer verwendet. Die Desinfektionsdauer betrug jedesmal 6 Stunden.

5. Versuch.

Es waren einfache Fenster vorhanden. Diese und die Türe waren mit trockenen Wattestreifen abgedichtet. Am Versuchstag, dem 5. September 1913, wurden folgende Witterungsdaten verzeichnet:

| | Temperatur | Relative Luftfeuchtigkeit | Windstärke | Windrichtung |
|-------|------------|---------------------------|------------|--------------|
| 9 h. | 17,1° | 89 % | 0 | S W |
| 12 h. | 17,2° | 79 % | 1 | S W |
| 3 h. | 17,9° | 67 % | 1 | S W |

Die Standorte der Testobjekte und die Menge der verwendeten Desinfizientien waren die gleichen wie in den vorigen Versuchen. Die Temperatur im Raume betrug zu Beginn und am Ende des Versuches 21° C.

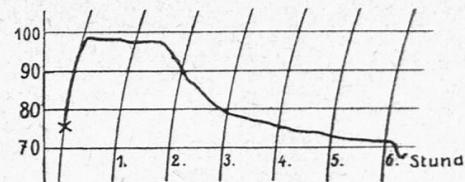


Tabelle V.

Desinfektionsversuch nach dem Bürli'schen Verfahren.

Datum: 5. September 1913.

Verhalten der Kontrollkulturen: Nach 24 Stunden kräftiges Wachstum in allen Kulturen.

| Testbakterien | Schrank | | | | | | Tisch | | | | | | Boden (unter dem Fenster) | | | | | | Boden (beim Schrank) | | | | | |
|--|-----------------------------|--------|-----------------|--------|----------------------------|--------|--------------|--------|-------------------------|--------|------------------|--------|-------------------------------|--------|-------------------------------|--------|-------------------------------|--------|-------------------------------|--------|-------------------------------|--------|------------------|--------|
| | Entfern. v. Apparat: 2,80 m | | Höhe: 2,40 m | | Entfern. v. Apparat: 1,4 m | | Höhe: 0,75 m | | Entfernung vom Apparat: | | 2,4 m | | Entfernung vom Apparat: 1,8 m | | Entfernung vom Apparat: 1,8 m | | Entfernung vom Apparat: 1,8 m | | Entfernung vom Apparat: 1,8 m | | Entfernung vom Apparat: 1,8 m | | | |
| | Seiden-fäden | | Leinw.-läppchen | | Papier-schnitzel | | Seiden-fäden | | Leinw.-läppchen | | Papier-schnitzel | | Seiden-fäden | | Leinw.-läppchen | | Papier-schnitzel | | Seiden-fäden | | Leinwand-läppchen | | Papier-schnitzel | |
| | trock. | feucht | trock. | feucht | trock. | feucht | trock. | feucht | trock. | feucht | trock. | feucht | trock. | feucht | trock. | feucht | trock. | feucht | trocken | feucht | trocken | feucht | trocken | feucht |
| 1. <i>Staphylococcus pyogenes aureus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | ++ | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2. <i>Bact. coli commune</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3. <i>Bact. paratyphi</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4. <i>Bac. mesentericus</i> (Sporen) . | 0 | 0 | 0 | ++ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | ++ | ++ | 0 | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ |
| 5. <i>Bac. anthracis</i> (Sporen) . . . | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | +++ | 0 | +++ | 0 | 0 | 0 | 0 |

Ueber die Feuchtigkeitsverhältnisse orientiert die nachstehende hygrometrische Kurve. Es bestand unmittelbar vor Versuchsbeginn eine relative Feuchtigkeit von ca. 75 %, die gleich mit der Entwicklung des Formaldehydgases eine augenblickliche Zunahme bis auf 98,5 % erfuhr. Dieses Maximum hielt sich unter allmählicher Verminderung um 1,5 % während 1½ Stunden. Hierauf erfolgte ein anfänglich ziemlich rasches Zurückgehen des Feuchtigkeitsgehaltes: Die Abnahme betrug in den folgenden Stunden successive 14, 6, 3 und 2 %. Am Ende der Desinfektion fanden sich noch 71,5 % Feuchtigkeit vor.

Diesen sehr günstigen Feuchtigkeitsverhältnissen entsprechen auch die in Tabelle V wiedergegebenen Desinfektionsresultate.

| | |
|---|--------|
| Von sämtlichen 120 Objekten wurden sterilisiert | 89,2 % |
| von den feuchten » » » | 90,0 % |
| von den trockenen » » » | 88,3 % |
| von den auf dem Schrank exponierten Objekten | |
| wurden sterilisiert | 96,7 % |
| von den auf dem Tisch exponierten Objekten | |
| wurden sterilisiert | 100 % |
| von den auf dem Boden beim Fenster exponierten Objekten wurden sterilisiert | 90,0 % |
| von den auf dem Boden beim Schrank exponierten Objekten wurden sterilisiert | 70,0 % |

6. Versuch.

Von einer Abdichtung mit Wattestreifen wurde abgesehen. Im Uebrigen blieb die Technik die gleiche wie im vorigen Versuch. Am 10. September 1913, an welchem der Versuch zur Ausführung kann, herrschten folgende Witterungsverhältnisse:

| | Temperatur | Relative Luftfeuchtigkeit | Windstärke | Windrichtung |
|-------|------------|---------------------------|------------|--------------|
| 9 h. | 11,7 ° | 89 % | 0 | S W |
| 12 h. | 10,8 ° | 87 % | 0 | W |
| 3 h. | 10,6 ° | 91 % | 1 | E |

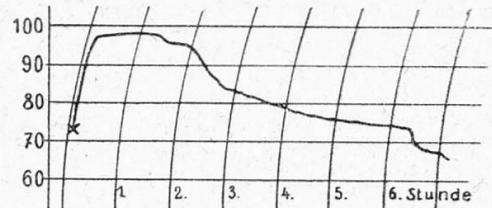
Die Zimmertemperatur betrug zu Beginn und am Ende des Versuches 19 °C. Die Feuchtigkeitsschwankungen zeigten fast völlige Uebereinstimmung mit denjenigen des 5. Versuchs. Aus Tabelle VI ergibt sich folgendes über den Desinfektionseffekt:

| | |
|---|--------|
| Von sämtlichen 120 Objekten wurden sterilisiert | 95 % |
| von den feuchten » » » | 96,7 % |
| von den trockenen » » » | 93,3 % |
| von den auf dem Schrank exponierten Objekten | |
| wurden sterilisiert | 100 % |

Tabelle VI.

Desinfektionsversuch nach dem Bürl'schen Verfahren.

Datum: 10. September 1913.



Verhalten der Kontrollkulturen: Nach 24 Stunden kräftiges Wachstum in allen Kulturen.

| Testbakterien | Schrank | | | | | | Tisch | | | | | | Boden (unter dem Fenster) | | | | | | Boden (beim Schrank) | | | | | | |
|--|----------------------------|--------|-----------------|--------|----------------------------|--------|--------------|--------|-------------------------|--------|------------------|--------|-------------------------------|--------|-----------------|--------|-------------------------------|--------|----------------------|--------|-------------------------------|--------|------------------|--------|---|
| | Entfern. v. Apparat: 2,8 m | | Höhe: 2,4 m | | Entfern. v. Apparat: 1,4 m | | Höhe: 0,75 m | | Entfernung vom Apparat: | | 2,4 m | | Entfernung vom Apparat: 1,8 m | | Höhe: 2,4 m | | Entfernung vom Apparat: 1,8 m | | Höhe: 2,4 m | | Entfernung vom Apparat: 1,8 m | | Höhe: 2,4 m | | |
| | Seiden-fäden | | Leinw.-läppchen | | Papier-schnitzel | | Seiden-fäden | | Leinw.-läppchen | | Papier-schnitzel | | Seiden-fäden | | Leinw.-läppchen | | Papier-schnitzel | | Seiden-fäden | | Leinwand-läppchen | | Papier-schnitzel | | |
| | trock. | feucht | trock. | feucht | trock. | feucht | trock. | feucht | trock. | feucht | trock. | feucht | trock. | feucht | trock. | feucht | trock. | feucht | trock. | feucht | trocken | feucht | trock. | feucht | |
| 1. <i>Staphylococcus pyogenes aureus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | ++ | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2. <i>Bact. coli commune</i> . . . | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3. <i>Bact. paratyphi</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | +++ | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4. <i>Bac. mesentericus</i> (Sporen) . | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | +++ | 0 | 0 | 0 |
| 5. <i>Bac. anthracis</i> (Sporen) . . . | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | |
|---|--------|
| von den auf dem Tisch exponierten Objekten wurden sterilisiert | 100 % |
| von den auf dem Boden beim Fenster exponierten Objekten wurden sterilisiert | 96,7 % |
| von den auf dem Boden beim Schrank exponierten Objekten wurden sterilisiert | 83,3 % |

Auch für diese zwei Versuche sind wir in der Lage, eine von *J. Thöni* mit dem *Flügge*-Apparat ausgeführte Desinfektion als Kontrolle heranziehen zu können.¹⁾ Sie wurde am 1. August 1913 im gleichen Zimmer ausgeführt. Die Einwirkungsdauer betrug 7 Stunden. Die Menge der Desinfektions- und anderen Materialien war die für diese Raumgrösse vorgeschriebene; die ganze Technik war der unserigen identisch.

Feuchtigkeitsverhältnisse des 5. und 6. Versuchs sowie des als Kontrolle dienenden Versuchs mit dem Flügge-Apparat:

| | 5. Versuch | 6. Versuch | Kontroll-versuch |
|---|--------------|---------------|------------------|
| Relative Feuchtigkeit zu Beginn | 76,5 % | 73,5 % | ca. 73 % |
| Dauer bis zur Erreichung des Maximum . . . | ca. 1 Minute | ca. 8 Minuten | ca. 35 Min. |
| Höhe des Maximum | 98,5—97 % | 98—95 % | 100 % |
| Dauer des Maximum | 1,5 Stunden | 1,75 Stunden | ca. 1 Stunde |
| Relative Feuchtigkeit am Ende der 3. Stunde | 79 % | 82,5 % | 80 % |
| Relative Feuchtigkeit am Ende der 6. Stunde | 71,5 % | 74 % | ca. 72 % |

Prozentsätze der sterilisierten Objekte (inclusive *Mesentericus*):

| | 5. Versuch | 6. Versuch | Kontroll-versuch |
|--------------------|------------|------------|------------------|
| Total | 89,2 | 95 | 92,5 |
| Feucht | 90,0 | 96,7 | 100 |
| Trocken | 88,3 | 93,3 | 85 |
| Schrank | 96,7 | 100 | 100 |
| Tisch | 100 | 100 | 100 |
| Boden beim Fenster | 90 | 96,7 | 93,3 |
| Boden beim Schrank | 70 | 83,3 | 76,7 |

¹⁾ *Thöni J.*, l. c. pag. 338.

Wie diese Zusammenstellungen ergeben, stand also das apparatlose Verfahren mit Formalin und Permanganat im Sommer der Breslauer Methode an Leistungsfähigkeit nicht nach.

Schlussbemerkungen.

Da die Feuchtigkeitsverhältnisse im Sommer beträchtlich günstiger waren als im Winter, ist es gut verständlich, dass auch die Versuchsergebnisse in der warmen Jahreszeit wesentlich besser ausfielen. Es wurde im Sommer das *Flügge'sche* Postulat, dass von einer genügenden Zimmerdesinfektion die Abtötung von 90 % der Keime erwartet werden müsse, erfüllt. Hingegen ist das Ergebnis im Winter mit einem Durchschnittswerte von 75 %¹⁾ sterilisierter Objekte als relativ ungünstig zu bezeichnen. Es ist aber darauf hinzuweisen, dass unter den gleichen Umständen auch die Breslauer Methode nicht mehr geleistet hat. Wir müssen dabei berücksichtigen, dass für die Versuche unter anderem auch zwei Mesentericusstämme mit recht hoher Resistenz als Testorganismen verwendet wurden. Die Prüfung mit dem *Ohlmüller'schen* Apparat ergab eine Widerstandsfähigkeit derselben von 8 bis 12 Minuten Dauer gegenüber gesättigtem Wasserdampf von 98° C. Ziehen wir für die Berechnung des Durchschnittswertes die Mesentericusobjekte nicht in Betracht, so ergibt sich für den Winter eine Abtötungsquote von 78,9 %. Der *Flügge*-Apparat ergab unter den gleichen Bedingungen 80,5 %.

In bezug auf den desinfektorischen Effekt nahmen die einzelnen Expositionsstellen im Winter und Sommer die gleiche Rangordnung ein. Es ist nun weiter von Interesse, die Zunahme an desinfizierender Einwirkung zu eruieren, welcher jeder einzelne Standort im Sommer unterlag.

Mittelwerte der Winter- und Sommerversuche mit dem Formalin-Permanganat-Verfahren :

| | Winter | Sommer | Differenz |
|------------------------|--------|--------|-----------|
| Total | 77,5 | 92,1 | 14,6 |
| Feucht | 89,5 | 93,35 | 3,85 |
| Trocken | 65,5 | 90,8 | 25,3 |
| Schrank | 91,1 | 98,35 | 7,25 |
| Tisch | 96,7 | 100 | 3,3 |
| Boden beim Fenster . . | 72,2 | 93,35 | 21,15 |
| Boden beim Schrank . . | 50,0 | 76,65 | 26,65 |

¹⁾ Für diese Berechnung wurden beim 1. Versuch die Objekte in der Schublade unberücksichtigt gelassen.

Es ergibt sich dabei folgende Relation: Je ungünstiger eine Expositionsstelle gelegen ist, umso beträchtlicher ist die Verbesserung, welche sie im Sommer erfährt. Sehen wir von der Expositionsstelle «Tisch» ab, wo im Sommer sämtliche Objekte sterilisiert wurden, während das Resultat im Winter nicht weit vom Maximum entfernt war, womit die Möglichkeit einer beträchtlichen Zunahme ausgeschlossen ist, so sind wir wohl immerhin berechtigt, die Verbesserung des Desinfektionseffektes am Standort «Schrank» derjenigen der Expositionsstellen auf dem Boden gegenüberzustellen. Es ergibt sich dann, dass die Erhöhung des Effektes am Boden beim Fenster das 2,9-fache, am Boden beim Schrank das 3,7-fache derjenigen auf dem Schrank beträgt. Neben anderen, nicht näher zu bestimmenden Momenten dürfte hier wohl vor allem eine im Winter durch die Zentralheizung verursachte, das ganze Haus von unten nach oben durchziehende Luftströmung ihren Einfluss in dem Sinne geltend gemacht haben, dass besonders ein genügendes Zuströmen des Formaldehyds gegen den Boden durch sie verhindert worden ist.

Auch *J. Thöni*¹⁾ machte bezüglich der desinfizierenden Wirkung des Formaldehyds auf den Zimmerboden die Erfahrung, dass diese nur in unzulänglicher Weise zur Geltung kommt. Bei dieser Sachlage hat die Forderung Berechtigung, dass die Unschädlichmachung des Bodens nach vollzogener Raumdesinfektion durch Aufwaschen mit der Lösung eines bewährten Desinfiziens vervollständigt werde.

Unter dieser Voraussetzung gewinnt dann die Frage nach der Desinfektionsquote der über dem Boden gehaltenen Testobjekte an Interesse. Diese Verhältnisse sind in Tabelle X zur Darstellung gebracht. Es zeigt sich, dass gegenüber den feuchten Testobjekten der Desinfektionseffekt in allen Versuchen 90% übersteigt, was gegenüber den trockenen nur zum Teil der Fall ist. Zum Vergleich sind hier die entsprechenden Werte der drei angeführten Versuche mit dem Breslauer Apparat wiedergegeben:

*Desinfektionseffekt
gegenüber den oberhalb des Bodens gelagerten Testobjekten
bei den drei als Kontrollen herangezogenen Versuchen
mit dem Flügge-Apparat.*

| | Wachstumshemmung | Sterilisierung |
|---------------------|------------------|----------------|
| 29. I. 13. total: | 0 % | 100 % |
| 17. IV. 13. feucht: | 0 % | 100 % |
| trocken: | 4,2 % | 91,7 % |
| total: | 2,1 % | 95,8 % |
| 1. VIII. 13. total: | 0 % | 100 % |

¹⁾ *Thöni J.*, l. c. pag. 347.

Tabelle VII.
Desinfektionseffekt bei der Gesamtzahl der Testobjekte.

| Datum | Versuchsnummer | Grösse des Versuchsraumes in m ³ | Zahl der exponierten Testobjekte | Zahl der sterilisierten Testobjekte | Prozentzahl sterilisierter, auf dem Schrank exponiert gewesener Objekte | Prozentzahl sterilisierter, auf dem Tisch exponiert gewesener Objekte | Prozentzahl sterilisierter auf dem Boden vorne exponiert gewesener Objekte | Prozentzahl sterilisierter, auf dem Boden hinten exponiert gewesener Objekte | Prozentzahl sterilisierter, im ganzem Zimmer exponiert gewesener Objekte |
|--------------------|----------------|---|----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--|--|---|---|---|
| | | | | Schrank | Tisch | Boden vorne | Boden hinten | % | % | % | % | % |
| 6. II. 1913 | 1 | 45 | 120 (4×30) | 30 | 22 | 12 | 17 | 81 | 100 | 73,3 | 40 | 56,7 |
| 10. XII. 1913 | 2 | 65 | 120 (4×30) | 25 | 30 | 25 | 13 | 93 | 83,3 | 100 | 83,3 | 43,3 |
| 16. XII. 1913 | 3 | 65 | 120 (4×30) | 30 | 29 | 19 | 12 | 90 | 100 | 96,7 | 63,3 | 40 |
| 19. XII. 1913 | 4 | 65 | 120 (4×30) | 27 | 28 | 21 | 20 | 96 | 90 | 93,3 | 70 | 66,7 |
| 5. IX. 1913 | 5 | 65 | 120 (4×30) | 29 | 30 | 27 | 21 | 107 | 96,7 | 100 | 90 | 70 |
| 10. IX. 1913 | 6 | 65 | 120 (4×30) | 30 | 30 | 29 | 25 | 114 | 100 | 100 | 96,7 | 83,3 |
| Durchschnittswerte | | | | | | | | 95 | 93,9 | 73,9 | 60 | 80,7 |

Tabelle VIII.

Desinfektionseffekt bei den feuchten Testobjekten.

| Datum | Versuchsnummer | Grösse des Versuchsraumes in m ³ | Zahl der exponierten feuchten Testobjekte | Zahl der sterilisierten feuchten Testobjekte | Schrank | Zahl der sterilisierten feuchten Testobjekte | Tisch | Zahl der sterilisierten feuchten Testobjekte Boden vorne beim Fenster | Zahl der sterilisierten feuchten Testobjekte Boden hinten beim Schrank | Zahl der sterilisierten feuchten Testobjekte | Total | Prozentzahl der sterilisiert. feuchten Testobjekte | Schrank | Prozentzahl der sterilisiert. feuchten Testobjekte | Tisch | Prozentzahl der sterilisiert. feuchten Testobjekte Boden vorne beim Fenster | Prozentzahl der sterilisiert. feuchten Testobjekte Boden hinten beim Schrank | Prozentzahl der sterilisiert. feuchten Testobjekte | |
|--------------------|----------------|---|---|--|---------|--|-------|--|---|--|-------|--|---------|--|-------|--|---|--|--|
| 6. II. 1913 | 1 | 45 | 60 (4×15) | 15 | 13 | 11 | 14 | 53 | 100 | 100 | 100 | 100 | 86,7 | 73,3 | 93,3 | 88,3 | 91,7 | 90,3 | |
| 10. XII. 1913 | 2 | 65 | 60 (4×15) | 15 | 15 | 13 | 12 | 55 | 100 | 100 | 100 | 100 | 86,7 | 80 | 80 | 88,3 | 91,7 | 90,3 | |
| 16. XII. 1913 | 3 | 65 | 60 (4×15) | 15 | 15 | 12 | 12 | 54 | 100 | 100 | 100 | 100 | 80 | 80 | 80 | 88,3 | 91,7 | 90,3 | |
| 19. XII. 1913 | 4 | 65 | 60 (4×15) | 14 | 14 | 12 | 12 | 52 | 93,3 | 93,3 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 86,7 | 91,7 | 90,3 | |
| 5. IX. 1913 | 5 | 65 | 60 (4×15) | 14 | 15 | 13 | 12 | 54 | 93,3 | 100 | 86,7 | 80 | 80 | 80 | 80 | 86,7 | 91,7 | 90,3 | |
| 10. IX. 1913 | 6 | 65 | 60 (4×15) | 15 | 15 | 14 | 14 | 58 | 100 | 100 | 93,3 | 93,3 | 93,3 | 93,3 | 93,3 | 96,7 | 91,7 | 90,3 | |
| Durchschnittswerte | | | | | | | | | | | | 97,8 | 96,7 | 83,3 | 84,4 | 90,6 | | | |

Tabelle IX.

Desinfektionseffekt bei den trockenen Testobjekten.

| Datum | Versuchsnummer | Grösse des Versuchs- raumes in m ² | Zahl der exponierten trockenen Test- objekte | Zahl der steril- isierten trockenen Testobjekte Schrank | Zahl der steril- isierten trockenen Testobjekte Tisch | Zahl der steril- isierten trockenen Testobjekte Boden vorn beim Fenster | Zahl der steril- isierten trockenen Testobjekte Boden hinten beim Schrank | % | 100 | 60 | 6,7 | 20 | 46,7 |
|--------------------|----------------|--|---|---|---|--|--|-------|------|-------|-------|------|------|
| | | | | | | | | Total | | | | | |
| 6. II. 1913 | 1 | 45 | 60 (4×15) | 15 | 9 | 1 | 3 | 28 | | | | | |
| 10. XII. 1913 | 2 | 65 | 60 (4×15) | 10 | 15 | 12 | 1 | 38 | 66,7 | 100 | 80 | 6,7 | 63,3 |
| 16. XII. 1913 | 3 | 65 | 60 (4×15) | 15 | 14 | 7 | 0 | 36 | 100 | 93,3 | 46,7 | 0 | 60 |
| 19. XII. 1913 | 4 | 65 | 60 (4×15) | 13 | 14 | 9 | 8 | 44 | 86,7 | 93,3 | 60 | 53,3 | 73,3 |
| 5. IX. 1913 | 5 | 65 | 60 (4×15) | 15 | 15 | 14 | 9 | 53 | 100 | 100 | 93,3 | 60 | 88,3 |
| 10. IX. 1913 | 6 | 65 | 60 (4×15) | 15 | 15 | 15 | 11 | 56 | 100 | 100 | 100 | 73,3 | 93,3 |
| Durchschnittswerte | | | | | | | | 92,2 | 91,1 | 64,45 | 35,55 | 70,8 | |

Tabelle X.

Desinfektionseffekt bei den auf Schrank und Tisch gelagerten Testobjekten.

| Datum | Versuchsnr. | Größe des Versuchsraumes in m ³ | Feuchte Testobjekte | | | | | Trockene Testobjekte | | | | | Gesamtheit der Testobjekte | | | | |
|--------------------|-------------|--|--------------------------|---------------------------|-------------------|---|------------------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------|---|------------------------------|----------------------------|---------------------------|-------------------|---|------------------------------|
| | | | Zur Exposition gelangten | Wachstums-hemmung zeigten | Steriliert wurden | Prozentzahl der Wachstums-hemmung zeigenden | Prozentzahl der sterilierten | Zur Exposition gelangten | Wachstums-hemmung zeigten | Steriliert wurden | Prozentzahl der Wachstums-hemmung zeigenden | Prozentzahl der sterilierten | Zur Exposition gelangten | Wachstums-hemmung zeigten | Steriliert wurden | Prozentzahl der Wachstums-hemmung zeigenden | Prozentzahl der sterilierten |
| 6. II. 1913 | 1 | 45 | 30 | 2 | 28 | 6,7 | 93,3 | 30 | 5 | 24 | 16,7 | 80 | 60 | 7 | 52 | 11,7 | 86,7 |
| 10. XII. 1913 | 2 | 65 | 30 | 0 | 30 | 0 | 100 | 30 | 3 | 25 | 10 | 83,3 | 60 | 3 | 55 | 5 | 91,7 |
| 16. XII. 1913 | 3 | 65 | 30 | 0 | 30 | 0 | 100 | 30 | 1 | 29 | 3,3 | 96,7 | 60 | 1 | 59 | 1,7 | 98,3 |
| 19. XII. 1913 | 4 | 65 | 30 | 1 | 28 | 3,3 | 93,3 | 30 | 2 | 27 | 6,7 | 90 | 60 | 3 | 55 | 5 | 91,7 |
| 5. IX. 1913 | 5 | 65 | 30 | 1 | 29 | 3,3 | 96,7 | 30 | 0 | 30 | 0 | 100 | 60 | 1 | 59 | 1,7 | 98,3 |
| 10. IX. 1913 | 6 | 65 | 30 | 0 | 30 | 0 | 100 | 30 | 0 | 30 | 0 | 100 | 60 | 0 | 60 | 0 | 100 |
| Durchschnittswerte | | | | 2,2 | 97,2 | | | | 6,1 | 91,7 | | | | | 4,2 | 94,45 | |

Zusammenfassung.

1. Wir stellten sechs Raumdesinfektionsversuche nach dem Formalin-Permanganat-Verfahren von *Dærr* und *Raubitschek* an; davon kamen vier im Winter, zwei im Sommer zur Ausführung. Als Kontrollversuche dienten uns drei mit dem *Flügge'schen* Apparat von einem von uns in den gleichen Räumlichkeiten je zu gleicher Jahreszeit vorgenommene Desinfektionen.

2. Im Winter konnten sowohl mit dem Formalinpermanganat- als auch mit dem *Flügge'schen* Verfahren nur ungenügende Ergebnisse erzielt werden. Das erstere ergab in bezug auf sämtliche Testbakterien einen Desinfektionseffekt von 75 %.

Um die Wirkung des apparatlosen Verfahrens direkt mit derjenigen der Breslauer Methode vergleichen zu können, müssen die *Mesentericus*-objekte unberücksichtigt bleiben, da sie in einem *Flügge'schen* Versuch fehlen. Es resultieren dann folgende Vergleichswerte:

| | |
|--------------------------------|--------|
| Formalin-Permanganat-Verfahren | 78,9 % |
| <i>Flügge'sches</i> Verfahren | 80,5 % |

3. Im Sommer wurde mit beiden Verfahren die von *Flügge* geforderte Desinfektionsquote von 90 % erreicht.

4. Wird einer Bodendesinfektion in spezieller Weise Rechnung getragen, wie das in Desinfektionsvorschriften der Fall ist, so folgt daraus die Berechtigung, bei der Ermittelung des Desinfektionseffektes ausschliesslich die nicht am Boden befindlichen Testobjekte heranzuziehen.

Von den auf dem Schrank und Tisch aufgestellten Objekten wurden durch die *Flügge'sche* Methode ausnahmslos, durch das Formalin-Permanganat-Verfahren abgesehen von einem Versuch (86,7 %) mehr als 90 % sterilisiert.

5. Es liess sich also mit der apparatlosen Methode annähernd die gleiche keimtötende Wirkung erreichen wie mit dem Breslauer Verfahren. In Be- tracht der Vorteile, die das Formalin-Permanganat-Verfahren bietet (Anwend- barkeit in Verhältnissen, wo keine Apparate zur Verfügung stehen; keine Feuergefahr; relativ geringe Kosten; gute Haltbarkeit der Reagenzien), darf daher seine Propagierung als berechtigt erscheinen.