

A r c h i v
für
pathologische Anatomie und Physiologie
und für
klinische Medicin.

Bd. CX. (Zehnte Folge Bd. X.) Hft. 3.

XVII.

**Zur Kenntniss der antibakteriellen Wirkung
des Jodoforms.**

Von Prof. Dr. A. Neisser in Breslau.

(Schluss von S. 312.)

Im weiteren Verlauf meiner Untersuchungen versuchte ich festzustellen, wie so das Jodoform diese Eigenschaften entwickeln könne.

Das Jodoform ist bekanntlich ein in wässrigen Flüssigkeiten unlöslicher Körper; aus diesem Grunde allein schien es nach dem alten Satz: *corpora non agunt nisi soluta* ein unbrauchbares Antisepticum zu sein; auf die Löslichkeit an sich aber kommt es fast gar nicht an. Denn durch Binz, weiter durch Högyes und Behring ist einerseits nachgewiesen, dass das Jodoform im Organismus durch die vorhandenen Fettsubstanzen sehr wohl gelöst wird; doch brauchen wir auf diese Thatsache nicht einmal grosses Gewicht zu legen, da andererseits feststeht, dass eine einfache Jodoformlösung nicht wirksamer ist als pulvormiges ungelöstes Jodoform.

Dass eine solche an und für sich nicht die oben geschilderten Eigenschaften hat, geht klar aus den Versuchen hervor, die theils früher schon mit Jodoformöl, (Heyn und Rovsing), theils mit frisch hergestelltem Jodoformäther angestellt wurden.

Meine Tabellen zeigen ausser bei Cholera bei kurzer Einwirkung kaum irgend eine desinficirende Wirkung des frischen Jodoformäthers. Die Versuche wurden in der Weise angestellt, dass gut gewachsene Agar-Agarculturen so lange mit einem Aetherspray bestäubt wurden, bis nach wiederholtem Abgiessen eine ganz trockene, deutlich sichtbare Jodoformschicht die Cultur bedeckte. Controlversuche mit Aether und Jodöläther ergaben die gleichen, durchaus negativen Resultate. Bei längerer Einwirkungszeit — 30 Minuten — stellte sich allerdings eine Differenz heraus: reiner Aether war dann wirkungsloser, als Jodoformäther.

Es bedarf also jedenfalls, damit das Jodoform in Action trete, nicht einer Lösung, sondern einer Zersetzung, und diese Zersetzung tritt sehr leicht unter allen möglichen Umständen ein. Ehe wir diese letzteren genauer prüfen, wollen wir feststellen:

Welche Zersetzungssproducte können es event. sein, welche antibakteriell wirken? Das Jodoform besteht bekanntlich aus Jod — über 90 pCt. — und einem Radicalrest CH. Man könnte daher ausser an das bei der Zersetzung freiwerdende Jod auch an die CH-Gruppe und ihre Derivate denken.

So hat z. B. Behring auf das sogenannte Acetylen, (C_2H_2) hingewiesen und auf sein Auftreten bei kräftigen Reductionsvorgängen u. s. w. aufmerksam gemacht. Ob dasselbe antibakteriell wirkt, ist bisher nicht festgestellt worden. — Es bedürfte ferner auch der Erforschung, ob die Zwischenstufen des zweifach und einfach substituirten CH_4 , CH_2J_2 und CH_3J bei der Jodoformzersetzung entstehen und wie sie sich verhalten.

Ich habe nur zwei kurze Versuche mit Jodmethyl CH_3J und mit Methylenjodid CH_2J_2 in Gelatine vorgenommen. Während das letztere Choleraspirillen, Staph. aur. und Milzbrand nicht beeinflusste, wuchs bei Einwirkung von Jodmethyl Cholera und Staph. aur. gar nicht, der Milzbrand fing nach einigen Tagen in ganz spärlichen Heerden sich zu entwickeln an.

Ich habe meine eingehenderen Versuche auf die Frage beschränken müssen, ob das aus dem Jodoform entstehende Jod und die mit dem letzteren in den alkalischen Körperflüssigkeiten sich bildenden Jodverbindungen antibakteriell wirken könnten.

Ich berichte zuerst über diese Vorversuche.

1) In erster Reihe prüfte ich das Jodkali in verschiedener Concentration. Es stellte sich dabei heraus, dass weder der Zusatz von 3 pCt. Jodkali zur Nährgelatine, noch die Einwirkung einer solchen Lösung auf gut gewachsene Agar-Agarculturen irgend welchen schädlichen Einfluss ausübten.

2) Was die jodsauren Salze anlangt, so waren sie selbst in 5procentiger Lösung nicht im Stande, gut gewachsene Culturen zu tödten. — Der Zusatz der jodsauren Salze zum Nährboden dagegen zeigte einen erheblichen Einfluss: Bei 5 pCt. Gehalt wuchsen nur Pyog. aur. und alb., Wurzel- und Milzbrandbacillen; bei 2 pCt. wuchsen Diploc. aur., die Staphylokokken, B. pseudopneum., Proteus, Brieger, Cholera- und Wurzelbacillen; bei $\frac{1}{2}$ pCt. wurde die erste Abimpfung erst 48 Stunden nach dem Zusatz des jodsauren Kali vorgenommen, es ergab sich dann, dass Choleraspirillen und der Brieger'sche Bacillus nicht mehr wuchsen, während B. pyocyan., fluor., prodig., M. tetrag. noch lebensfähig waren. Bei der Abimpfung nach 4mal und 12 mal 24 Stunden waren auch nur die Staphylokokken, der Semmelcoccus, Wurzel- und Milzbrandbacillen lebensfähig.

Auffallend ist an diesem Resultate nur, dass der Bac. pyocyan. und fluoresc., welche sonst so resistent sind, bei dieser Versuchsanordnung zu Grunde gingen; die uns besonders interessirenden pathogenen Bakterien aber, speciell die Staphylokokken sind, wie wir sehen, durch die Anwesenheit des jodsauren Kali durchaus nicht gestört.

3) Weiterhin war zu entscheiden in wie fern ist Jod als solches von Einfluss auf Bakterienculturen?

Ich wählte zu diesen Versuchen

a) den Zusatz von wässrigen Jod-Jodkalilösungen mit 1, $\frac{1}{2}$ und $\frac{1}{4}$ pro mille Judgehalt. Es ergab sich hierbei, dass erst bei Anwesenheit von 1 Jod. pur. zu 1000 ein allgemeinerer Einfluss zu constatiren war, während bei $\frac{1}{2}$ und $\frac{1}{4}$ pro mille derselbe fast überall noch ausblieb. Auch hier zeigte sich, dass nicht immer die sporenbildenden Mikroorganismen die resistentesten sind. Denn auch hier waren die Kokken, namentlich die von einer Schleimhülle umgebenen Semmelformen, sehr widerstandsfähig. — Hierher gehören auch die Versuche, welche mit einer fertigen und längere Zeit gestandenen Mischung von H_2O_2 und

Jodkali angestellt worden waren. Eine solche Mischung, die anfangs wohl Jod (und bei ClH-Gehalt des H₂O₂ auch JH) enthält, ist sehr bald eine Jod-Jodkalilösung, da aus dem ursprünglich durch die Mischung von H₂O₂ und Jodkali entstehenden Jod (und JH) allmählich in dem alkalihaltigen Nährboden das Jod in Jodkali sich umwandelt; schliesslich ist alles Jod in Jodkali und JNa umgesetzt, was sich auch durch die allmähliche Entfärbung der bei Jodanwesenheit noch braunen Lösung erkennen lässt. Auch bei allen diesen Versuchen war keine wesentliche Einwirkung durch das Uebergießen dieser H₂O₂+Jodkali-mischung auf Agar-Agarculturen, oder das Vermischen derselben mit flüssigen Gelatine- und Eiweisswasserculturen, zu constatiren; der Jodkaligehalt der zur Mischung verwandten Lösung betrug $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ pCt.

b) Ferner verdünnte ich 1 Theil Tinct. Jodi mit 99 Theilen Wasser; man erhält dadurch ebenfalls eine wässrige Lösung von 1 pro mille Judgehalt. Auch diese erwies sich für die vielen Mikroorganismen als unschädlich.

c) Sodann prüfte ich alten, bereits unter dem Einfluss des Lichtes zersetzen, also jodhaltigen und tiefschwarz gefärbten Jodoformäther; derselbe erwies sich (namentlich bei längerer Einwirkung) allerdings wesentlich desinficirender als frischer Jodoformäther, aber ein grosser Theil der Mikroorganismen blieb auch unter seinem Einfluss durchaus lebensfähig.

Um ungefähr den zur Wirkung nothwendigen Judgehalt festzustellen, wurde frischer Jodoformäther mit Jod. pur. versetzt; ein Gehalt von 1 und 5 pro mille war bei kurzer Versuchsdauer total unwirksam; ebenso ein Zusatz von 1 pCt. Jod. pur. Erst bei 2 pCt. lässt sich eine desinficirende Wirkung des Sprays für die meisten Mikroorganismen constatiren.

Die ätherisch-alkoholische Jodoformlösung de Ruyter's, die ich mit einer Modification aus gleichen Theilen concentrirter Alkohol- und Aetherlösung herstellte, erwies sich am kräftigsten; schon bei 5 Minuten langer Einwirkung blieben nur Milzbrand- und Wurzelbacillensporen am Leben. — Es dürfte jedoch sehr zweifelhaft sein, ob hierbei das Jodoform und nicht der Alkohol und der Aether die wesentliche Bedeutung haben.

Joddämpfe zerstörten Agar-Agarculturen fast mit voller

Sicherheit. Ich habe zu all diesen Desinfectionsversuchen absichtlich nicht in Fäden getrocknete oder noch feuchte, mit Culturen durchwachsene Fäden benutzt, sondern die dünnen Schichten von Culturmassen, wie sie auf dem festen Agar-Agar-Nährboden sich entwickeln, und die beim Abstreifen entstehenden Conglomerate. Es schien mir diese Versuchsanordnung mehr die that-sächlichen Verhältnisse nachzuahmen, wie sie auf einer feuchten, mit Schleim, Eiter und Secret bedeckten Wundfläche vorliegen. Ist doch bei jedem Desinfectionsversuch zu erwägen, ob nicht durch irgendwelche Gerinnungsvorgänge des Schleims, der Eiweissstoffe u.s.w. unter dem Einfluss des Desinfectionsstoffes die desinficirende Eigenschaft der angewandten Chemikalien beeinträchtigt werde.

Es schien mir aus den bisherigen Versuchen hervorzugehen, dass die Einwirkung einer fertigen Jodlösung bei einer Concentration, wie sie auf einer Wundfläche kaum überschritten werden dürfte, antiseptische Erfolge nicht hat. Erst bei 1 pro mille begannen einigermaassen sichere Wirkungen, und erst die Joddämpfe und die alkoholisch-ätherische Lösung erzielten eine gesetzmässige prompte Tödtung der Cultur.

Es musste weiterhin festgestellt werden, ob und in welchem Grade die Anwesenheit von Jod im Nährboden ein Wachsthumshinderniss bedinge.

Die Versuche wurden mit einer Jod-Jodkalilösung in Gelatine und in Eiweiss angestellt. Was letztere anlangt, so ist bei Zusatz von $\frac{1}{2}$ pro mille Jod. pur. und 1 pro mille Jodkali zum Eiweiss nach kurzer Zeit (nach 15—20 Min.) die erst eintretende Gelbfärbung der Eiweissflüssigkeit bereits wieder verschwunden, zum Beweise dafür, dass das ursprünglich vorhandene Jod mit Alkalosalzen des Eiweiss sich schon wieder zu Jodalkalien umgesetzt hat (vielleicht mit Bildung von intermediärem JH?). Die in eine solche Lösung hineingeimpften 15 Bakterienarten wurden nach gar keiner Richtung hin beeinflusst. — Wählte man eine 1 pro mille Jod und 2 pro mille Jodkalilösung, so erhielt sich die Braunsfärbung und in solcher Lösung war ein Bakterienwachsthum nicht mehr zu erzielen.

Gelatine, die mit 1 pCt. Jodkali (5 ccm) und H_2O_2 (1 ccm) versetzt worden war und nachträglich geimpft wurde, ergab nicht so eindeutige Resultate. Eine grosse Anzahl von Bakterien

kam gar nicht zur Entwicklung, z. B. Staphyl. pyog. alb., Cholera- und Finkler-Prior-Spirillen, M. Tetragenus. Der B. pseudopneum. wuchs nicht sicher, ebenso pyogen. foetid.; die übrigen dagegen wurden durch das in der Gelatine vorhandene Jod (und seine inzwischen gebildeten Umsatzproducte) in ihrer Entwicklung nicht gestört.

Am wahrscheinlichsten aber schien mir, weil das den Verhältnissen der Jodbildung bei der Jodoformapplication im Organismus am meisten zu entsprechen schien, die Annahme zu sein, dass eben sich entwickelndes Jod, wenn ich so sagen darf, im Status nascendi, eine besonders kräftige Wirkung auf Bakterien haben können. In der That zeigte es sich, dass die Entstehung selbst kleiner Mengen Jod bedeutend stärker wirksam sei, und, wie es scheint, um so energischer desinficirend wirke, je schneller diese freie Jodbildung vor sich geht.

Ich benutzte zu diesen zwei Versuchen einen Zusatz von H_2O_2 , wobei freilich der Nachtheil bestand, dass die Ungleichmässigkeit der H_2O_2 -Lösungen, deren Gehalt je nach ihrem Alter und der Aufbewahrungsart u. s. w. in kaum zu vermeidender Art zwischen 1—3 pCt. schwankte, nicht ganz gleichmässige Resultate ergab. Andererseits aber gewährte die Anwesenheit der ClH in den Fällen, in denen ich nicht das neutrale chemisch reine H_2O_2 , sondern das gewöhnliche käufliche Präparat benutzte, auch die bereits erwähnte Möglichkeit, dass ähnlich wie im Organismus vorübergehend JH entstehen und zur Wirkung kommen könnte, namentlich bei Benutzung saurer Nährböden¹⁾. Dieses JH könnte auch hier nur von kurzem Bestande sein, da aus ihm sofort mit den Alkalien JH-saure Salze, d. h. Jodkali und JNa entstehen. — Ebenso wandelt sich das freie Jod allmählich in Jodkali und JNa um, wobei die zuerst gelb und braun gefärbten Mischungen sich wieder entfärben.

Ich berichte nun über beide Experimente gemeinschaftlich. Reine Versuche mit Jodwasserstoffäsäre habe ich nicht ange stellt; ich glaubte davon auch absehen zu können, weil, wie wir später noch sehen werden, ihre Anwesenheit und Bestand in den

¹⁾ 1. $JK + H_2O_2$ giebt langsam Jod ($2 JK + H_2O_2 = 2 KOH + 2 J + H_2O$)
 2. $JK + ClH = ClK + JH$
 3. $H_2O_2 + 2 JH = 2 H_2O + 2 J$.

alkalischen Gewebsflüssigkeiten im höchsten Grade unwahrscheinlich erscheint.

Die Versuche wurden verschiedenartig angestellt:

1. Controlversuche, wie die H_2O_2 -Lösung und zwar sowohl die neutrale als die (durch Cl H) saure, allein auf die Bakterien wirkt und zwar

- a) auf Agar-Agarculturen aufgegossen und verrieben,
- b) als Zusatz zum flüssigen Nährboden (Gelatine, Eiweiss-Lösungen, Fleischbrühe).

Es stellte sich dabei heraus, dass das H_2O_2 an sich die Cultursuspension von den Agar-Agarculturen weder in saurer noch neutraler Form wesentlich beeinflusste; nur die Cholera- und Finkler-Prior-Spirillen und hin und wieder Proteus wurden getötet. — Viel intensiver war der Einfluss, wenn das H_2O_2 den flüssigen Nährböden direct zugesetzt wurde, allerdings in sehr wechselndem Grade je nach der Art des Nährbodens: bei Gelatine im Ganzen weniger als bei Eiweisslösung und alkalischer Fleischbrühe. Von den Eiweisslösungen wiederum zeigte sich die geringste Einwirkung bei alkalischer Reaction und neutralem H_2O_2 ; eine energischere dagegen bei sauren, (durch Phosphorsäure eben angesäuerten) Eiweisslösungen und saurem H_2O_2 . Doch blieben bei letzterem Verfahren immer noch die Staphylokokken, Diplokokken, B. pyocyan., prodigios., fluoresc. und Wurzelbacillus unversehrt. Sehr viel empfindlicher war stets der Milzbrandbacillus.

2. Einwirkung von neutralen und sauren H_2O_2 -Lösungen plus Jodkalilösung auf Bakterien.

a) Agarculturen werden mit 5 ccm einer Jodkalilösung (von verschiedenem Prozentgehalt) übergossen und in ihr suspendirt.

Zu dieser Jodkali-Bakterienmischung wird entweder im Culturglas selbst oder in einem zweiten sterilen Reagensglas 1 ccm H_2O_2 -Lösung zugefügt und nach 5—10 Min. davon abgeimpft.

b) Das Jodkali wird in verschiedenem Prozentgehalt zum flüssigen Nährboden zugefügt, derselbe sodann geimpft und nach einigen Tagen zu ca. 10 ccm desselben 1 ccm H_2O_2 (neutrales und saures) zugefügt. 5—10 Min. nach der Mischung wird abgeimpft.

Hierbei werden benutzt:

- 1) alkalische Fleischbrühe,
- 2) alkalische Gelatine,
- 3) alkalische Eiweisslösung,
- 4) neutrale Eiweisslösung,
- 5) mit Phosphorsäure sauer gemachte Eiweisslösung.

Diese Versuche ergaben zwar ein nicht eindeutiges Resultat in jeder einzelnen Reihe, aber doch mit Bestimmtheit das, dass die Einwirkung der erst in der Cultur selbst vor sich gehenden Vermischung aus Jodkali und H_2O_2 eine sehr beträchtliche ist und viel beträchtlicher als die Einwirkung fertiger Jodlösungen, namentlich wenn man bedenkt, dass es sich hier um keineswegs grössere Mengen von Jod handelt. Die Wirkung der Mischung selbst differirt einmal nach der Reaction sowohl des H_2O_2 wie der Nährmedien selbst, andererseits nach der Natur der Nährböden. Ueberall ist die desinficirende Wirkung um so energischer, je saurer die Reaction ist. Es würde sich daraus der Schluss ableiten lassen, dass wenn wir annehmen, dass bei Anwendung sauren H_2O_2 in sauren Lösungen in der Mischung JH entsteht, dass dann dieser JH eine viel grössere desinficirende Wirkung hat, als das in den neutralen und alkalischen Lösungen entstehende Jod. Auf den kurzen Bestand beider Substanzen haben wir oben bereits hingewiesen.

Ausserdem spielt, wie erwähnt, die Art des Nährbodens eine Rolle: die in der Jodkalilösung selbst suspendirten Agarculturen werden leichter getötet, als die Bakterien in den flüssigen Nährböden; hier wiederum die Eiweissculturen leichter, als die Gelatineculturen. —

Kehren wir nun zu der oben aufgeworfenen Frage betreffs der Zersetzung des Jodoforms zurück, so ist darüber Folgendes bekannt:

Das Jodoform kann sowohl im gelösten wie ungelösten Zustande zersetzt werden. Diese Zersetzung kommt jedoch nie spontan zu Stande, sondern ausserhalb des Organismus nur

1) durch activen Sauerstoff, besonders bei Einwirkung des Sonnenlichtes auf Jodoformlösungen. Lässt man Jodoformöl am Licht stehen, so sieht man nach wenigen Tagen oben eine braune jodhaltige Schicht sich bilden. Aber auch wenn Jodoformpulver fein in Flüssigkeiten vertheilt der Sonne ex-

ponirt wird, entsteht eine Jodschicht an der mit der Luft sich berührenden Zone, z. B. in einer Stärkelösung mit Jodoform, in welcher das Jodoformpulver in feiner Schicht oben schwimmt; nach wenigen Stunden bereits tritt eine energische Blaufärbung der obersten Stärkeschicht ein; es hat also eine Abspaltung, von freiem Jod stattgefunden, welche eine Blaufärbung¹⁾) an der obersten dem Luftzutritt zugänglichen Lage bewirkt. In tieferen Schichten kommt die Blaufärbung nicht zu Stande, trotzdem haben wir Grund anzunehmen, dass auch in diesen das Jodoform durch die Einwirkung des Sonnenlichtes, wenn auch nicht in gleich energischer Weise betroffen wird.

2) kommt eine Zersetzung des Jodoforms zu Stande durch nascirenden Wasserstoff, wobei nach Behring nicht freies Jod, sondern, wie er in einer kurzen Notiz sagt, wahrscheinlich JH entsteht. Aus HJ wird freies Jod überall da gebildet, wo noch oxydirende Körper hinzutreten (z. B. schon bei Berührung mit Luft). Diese Zerlegung des Jodoforms kann auch im ungelösten Zustande vor sich gehen.

3) Uebrigens kann, wie ich gefunden habe, eine Zersetzung des Jodoforms zu Stande kommen durch einfaches Uebergiessen des Jodoforms mit heissem (destillirtem) Wasser. (Auf die übrigen durch chemische Agentien bewirkten Zersetzungsmodi gehe ich an dieser Stelle natürlich nicht ein.)

Was nun die Zersetzung innerhalb des Organismus, speiell event. auf eiternden Wundflächen betrifft, so hatte Binz bereits darauf hingewiesen, dass die zur Zersetzung des Jodoforms nothwendige Anwesenheit des Lichtes durch das lebende Gewebe ersetzt werden könnte. Er hatte angenommen, dass im Organismus aus Jodoform einmal Jodwasserstoff, und

¹⁾ Nach Mylius ist die bis dato der Controverse unterliegende Jodstärke eine chemische Verbindung von der Zusammensetzung: 4 Atome Jodstärke + JH oder einem JH-Salze, also auch 4 Atome Jodstärke + JK. Es ist also stets die Anwesenheit von Jod und JH oder JK zur Reaction nothwendig, während freies Jod oder JH allein theoretisch keine Blaufärbung bedingen können. De facto sind allerdings immer die Bedingungen vorhanden, um sofort Spuren von Jod zu JK oder JH, wozu schon allein der Alkaligehalt des Glases genügt, umzusetzen; bezw. genügt umgekehrt der O der Luft um JH zu Jod zu reduciren, so dass unter gewöhnlichen Verhältnissen die Reaction nicht ausbleibt.

ferner Jodsäure entstände ($2\text{CHJ}_3 = \text{J}_2 + 2\text{HJO}_3$). Die Säuren verbänden sich weiter mit den Alkalien des Blutes etc. zu Salzen: Jodalkalien und jodsauren Salzen; meist aber sollte die Jodsäure schon vorher zerlegt werden und Jod abspalten, das nun auch wieder zum Jodkali wird, eine Thatsache, welche durch das Auftreten von Jodsalzen im Urin bei Jodoformapplikation auf oder in den Organismus klar ersichtlich ist.

Welche Vorgänge selbst aber sind es, die hier das Jodoform zerlegen? ist es activer O oder nascirender H?

Dass der active O in Betracht kommen könne, liesse sich vielleicht aus einer neuerdings von Gad und Wurster mitgetheilten Thatsache erschliessen. Diese Forscher glauben nehmlich mit Hülfe des Dimethyl- und Tetramethyl-Phenylendiamin, das gegen activen O sehr empfindlich sei, festgestellt zu haben, dass in einzelnen Körpersecreten z. B. Schweiß und Speichel activer O vorhanden sein müsse; und zwar in der Form, in welcher allein er sich dauernd im Körper erhalten könne, nehmlich als H_2O_2 . Später zu berücksichtigende Versuche machen freilich diesen einfachsten Modus nicht sehr wahrscheinlich. Wenigstens fand sich in jodoformirten Culturen mit H_2O_2 , welche sonst unter denselben Bedingungen gewachsen waren, wie solche ohne H_2O_2 nie eine Jodoformspaltung, während sie in dem H_2O_2 -freien regelmässig vorhanden war. Wir werden uns demgemäss vor der Hand der Behring'schen Anschauung, dass die Zersetzung des Jodoforms in und auf Wunden mehr durch den nascirenden H vor sich gehe, anschliessen müssen auf Grund seines Nachweises, dass überall da, wo energische Reductionsvorgänge sich abspielen, auch Zerlegung des Jodoforms stattfindet. Das Endresultat beider Zerlegungsmodi freilich, mag nun als Theilprodukt des Jodoforms mehr J oder JH entstehen, wird schliesslich dasselbe sein; beide Körper werden in den alkalischen, stark reducirenden eiweisshaltigen Wundsecreten mit dort vorhandenen Alkalien schneller zu Jodalkalien sich umbilden.

Trotzdem wird das H_2O_2 , wenn es auch nicht direct die Jodoformzersetzung anregt, nicht belanglos sein und namentlich die schnellere Verarbeitung der auf andere Weise entstehenden Jod, JH und Jodalkalien beeinflussen. Wir werden den ganzen Vorgang uns also etwa in folgender Weise zu denken haben.

1) Alles frei werdende Jod wird sich theils in Jodalbuninate, theils in Jodalkalien umwandeln; die Jodalbuminate wiederum, soweit sie nicht als solche resorbirt werden, werden sehr leicht zerlegt, geben ihr Jod an die vorhandenen Alkalien ab und bilden Jodüre (und vielleicht auch Jodate?).

2) Desgleichen wird der etwa vorhandene JH mit den Alkalosalzen Jodalkalien bilden und bei Anwesenheit oxydirender Substanzen auch jodsaurer Salze.

3) Hatte Binz die Bildung freier Jodsäure vermutet; auch aus dieser werden theils jodsaurer Salze entstehen; doch ist nicht ausgeschlossen, dass schon vorher die Jodsäure wiederum zerlegt wird und Jod abspaltet, welches letztere wiederum zu Jodalbuninaten und Jodalkalien verwandelt wird.

4) Ziehen wir mit Wurster die Anwesenheit des H_2O_2 in Betracht, so ergibt wiederum

- a) $JK + H_2O_2$ eine langsame Jodbildung,
- b) $JH + H_2O_2$ freies Jod.

Bezüglich der JH-Säure ist zu bemerken, dass ihr Auftreten selbst als intermediäres Product im Organismus bei der geringen Affinität des Jod zum H und der grossen Unbeständigkeit dieser Producte höchst unwahrscheinlich ist. Genügt doch schon der O der Luft zu ihrer sofortigen Spaltung; um wie viel eher würde das also der active O der Gewebe thun.

In alkalischen Lösungen ist natürlich die Existenz von JH nicht möglich, da sofort die JH-sauren Salze daraus resultiren. Kurz, der ganze Vorgang besteht in einer fortwährenden Jod-(bezw. JH-) Bildung, aus dem aber ebenso momentan wieder Jodalkalien hervorgehen und wir haben bei dem ganzen Prozesse nie ein specielles Jodsalz oder das Jod allein oder JH allein in Betracht zu ziehen, sondern die aus den verschiedenen Factoren resultirende Wechselwirkung, bis schliesslich eine totale Resorption des gesammten Jodoforms eingetreten ist.

Unser Interesse aber erregt wesentlich die Frage, ob neben dem bisher betrachteten von dem lebenden Gewebe der Wundfläche ausgehenden Zersetzungssprozess nicht die Bakterien selbst im Stande sein könnten, diese Zersetzung anzuregen und sich an ihr zu betheiligen, eine Frage, deren Lösung auf experimentellem Wege ich in einigen Versuchsreihen angestrebt

habe. Die Experimente wurden derart angestellt, dass in den mit Jodoform versetzten Culturflüssigkeiten nach Spaltproducten des Jodoforms gesucht wurde und zwar nach Jodalkalien und jodsauren Salzen. Es stellte sich dabei heraus, das stets nur Jodalkali in der Flüssigkeit nachzuweisen war, nie jodsaurer Salze. (Es ist aus diesem Verhalten aber noch kein Schluss auf die Jodoformspaltung, wie sie im Organismus vor sich geht, zu ziehen; denn es wäre wohl denkbar, dass unter den in diesem vorhandenen besseren Oxydationsbedingungen auch wirkliche jodsaurer Salze entstanden.)

Auch freies Jod war bei den Versuchen nie vorhanden.

Zum Nachweis der Jodalkalien wählte ich die Prüfung mit Stärke und H_2O_2 . Je nach der in der untersuchten Flüssigkeit aus anderen Gründen vorhandenen Säuremenge trat die Reaction ohne weiteren Zusatz ein, oder es bedurfte einer geringen Quantität Essigsäure, um die Jodstärkereaction zu erzeugen. Ueberall übrigens konnte auch durch Zusatz von jodsauren Salzen und Essigsäure der Jodalkaligehalt in der Flüssigkeit nachgewiesen werden; mir schien diese Probe sogar feiner. Andererseits ist, wie wir uns bei anderer Gelegenheit überzeugt haben, jodsaurer Salz durch Pepton leicht reducirebar, so dass das Eintreten der Stärkereaction vielleicht auf diese (mit der Jodoformzersetzung garnicht im Zusammenhang stehende) Jodalkalimasse bezogen werden konnte.

Uebrigens wurde auch die Untersuchung mit salpetrigsaurem Kali und A meist vorgenommen.

Es ist zu bemerken, dass Jodoform in den Culturflüssigkeiten durch H_2O_2 allein nicht zersetzt wird; nie trat bei einer Mischung von Wasser, Eiweiss u. s. w. mit H_2O_2 , Jodoform und Stärke, selbst bei saurer Reaction die Stärkereaction ein, wir werden sogar finden, dass sonst entstehende Spaltungen durch H_2O_2 verhindert zu sein scheinen.

Vorher aber musste natürlich der Versuch angestellt werden, in wie weit die Nährböden selbst vermöge ihrer etwa oxydiren oder reducirenden Kraft im Stande wären, eine solche Abspaltung des Jodoforms selbständig vorzunehmen. Das Resultat aber war ein ganz negatives. Es ergab sich, dass destillirtes Wasser, kühl zugesetzt, verschieden reagirende

Eiweisslösungen, einfach wässrige Gelatinelösungen, sodann die gewöhnlich benutzte Fleischwassergelatine nicht im Stande waren, wenigstens nicht in den in Frage kommenden Zeiten und Temperaturen das Jodoform zu zerlegen.

Selbst wenn meine Befunde keinen absoluten Werth beanspruchen, so sind sie doch insofern von Werth, als ich stets unter zunächst ganz gleichen Bedingungen, mit Benutzung eines und desselben zu gleicher Zeit zubereiteten Nährbodens die verschiedenen Modificationen in die Versuche einführte. Je mehr ich mir bewusst war, wie ungemein gross der Einfluss ganz unbedeutender, meist nicht zu eruirender Versuchsdifferenzen ist, um so mehr habe ich mich bemüht, auf diese Weise bei jeder einzelnen Frage wenigstens relative Vergleichswerthe als sicher zu eruiren.

Selbstverständlich musste bei allen diesen Versuchen darauf geachtet werden, dass dieselben unter Umständen stattfänden, in welchen ausser dem zu prüfenden Factor: die Vorgänge in der Flüssigkeit selbst d. h. also, andere Ursachen der Jodoformabspaltung vermieden wurden. Es musste daher die betreffende Jodoformsuspension stets im Dunkeln gehalten werden, denn Einwirkung von Licht, namentlich Sonnenlicht, bewirkte stets in nicht allzu langer Zeit Abspaltung des Jodoforms und gestattete einen Jodkalinachweis in der Flüssigkeit.

Nach diesen Vorversuchen, welche die Indifferenz der Nährböden dem Jodoform gegenüber bewiesen, wurden nun Bakterienculturen geprüft und zwar stets bei Abschluss von Licht. Es war hier nicht ganz gleichgültig, bei welcher Temperatur die Culturen wuchsen; nicht als wenn die Temperatur der Flüssigkeit für die Zersetzung des Jodoforms von Belang wäre, sondern wegen der durch die Brütosentemperatur gesteigerten Wachstumsfähigkeit der Mikroorganismen. Es stellte sich hierbei heraus, dass in der That Bakterienculturen Abspaltungen des Jodoforms (bei Abschluss sonstiger Zersetzungursachen) hervorzurufen im Stande waren. Aber wie die Tabellen ergeben, spielt dabei sowohl die Zusammensetzung als auch die ursprüngliche Reaction des Nährbodens eine wesentliche Rolle; ferner scheint bei den verschiedenen Bakterienarten das Jodoform in verschieden hohem Grade zersetzt zu sein.

Sollte nun versucht werden, diese Befunde zu erklären, so war es nöthig, die sonst im Nährboden durch Bakterien entstehenden Umänderungsprozesse mit zu berücksichtigen. Wesentlich drei Punkte schienen beachtenswerth zu sein;

1) Spielt die während des Wachsthums in der Cultur vor sich gehende Reactionsveränderung eine Rolle?

2) Sind die auch sonst schon bekannten Reductions- und Oxydationsvorgänge von maassgebendem Einfluss?

3) Sind vielleicht die Ptomaine (ein Ausdruck, den ich hier im weitesten Sinne gebrauche) also die chemischen Producete, welche die einzelnen Bakterienarten liefern, die Ursachen der Jodoformspaltung?

Es ist selbstverständlich, dass auf diesem ungemein complicirten und schwierigen Gebiete nur ganz vorläufige und durchaus nicht erschöpfende Mittheilungen gegeben werden können; doch will ich das Resultat meiner ausgedehnten Versuchsreihen kurz darlegen:

Die erste Prüfung betraf die in den Nährböden selbst vorgehenden Umänderungen. Ich wählte dazu eine von mir seit Jahren geübte, bereits vor 3 Jahren gelegentlich eines Vortrages in der hiesigen medicinischen Section der schlesischen Gesellschaft beschriebene Methode, indem ich mit Lakmus blaugefärbte alkalische Nährgelatine impfte und ihre nachträglichen Schicksale beobachtete. Es stellte sich heraus, dass mehr oder weniger rasch die blaue Lakmusfarbe sich in eine rothe, d. h. die alkalische Reaction in eine saure umwandelte. Ausserdem aber ergab sich, dass neben der Rothfärbung häufig auch derselben sich anschliessende Entfärbungen der gesammten Flüssigkeit oder einzelner ihrer Schichten eintraten, Entfärbungen, die unschwer als Reductionsvorgänge zu deuten waren, da der Zutritt von frischem O aus der Luft bereits wieder genügte, die ursprüngliche Färbung hervorzurufen. — Neuerdings hat Fr. Cahen nach der gleichen Methode dieselben Vorgänge einer genauen Prüfung unterworfen und auf ähnliche Weise das Sauerwerden der Nährböden (Fleischbouillon), besonders aber die als Entfärbung sich darstellenden Reductionsvorgänge studirt.

Wichtig ist auch die von mir schon früher constatirte Erscheinung, dass die Schnelligkeit des Wachsthums, also indirect

wesentlich der Einfluss der Temperatur die Reductionsvorgänge ungemein verhindern oder beschleunigen kann; nicht minder ist die Zusammensetzung des Nährbodens, die Zähigkeit der Gelatine u. s. w. von bedeutendem Einfluss, übrigens nicht nur auf das Eintreten der Reductionsvorgänge, sondern auch auf das Eintreten der sauren Reaction. — Mit Methylenblau habe ich nur wenig gearbeitet; Cahen wie Spina haben darüber ausführlichere Mittheilungen gemacht. — Ferner sind die von Heraeus (nach einer ganz anderen Methode) angestellten Versuche von Bedeutung.

Cahen gibt an, dass auch die saure Reaction nach einiger Zeit wieder einer alkalischen Platz machen könne; mir ist diese Thatsache nicht aufgefallen.

Was speciell die von mir studirten 15 Bakterienarten angeht, so ergab sich in Hinsicht auf die Reactionsveränderungen und die Reductionsvorgänge Folgendes:

| | |
|-------------------------------|---|
| <i>Staphyloc. pyog. aur.</i> | } in den ersten Tagen — allmählich im verflüss. - - - <i>albus</i> } deutlich roth — Trichter sich entfärbend. |
| <i>Diploc. aureus</i> . . . | |
| <i>M. tetrag. (Koch)</i> | unbedeutende Rothfärbung. sehr deutlich roth, allmählich die ganze Gelatine durchsetzend. |
| <i>B. pseudopneum.</i> . . . | langsam fortschreitende, aber totale Rothfärbung. |
| <i>B. Proteus</i> . . . | keine Rothfärbung, sofort schnelle Entfärbung. |
| <i>B. prodigios.</i> . . . | rothe Prodigiosusfarbe. |
| <i>B. pyocyan.</i> . . . | dunkelgrün, schliesslich eigenthümlich. Burgunderroth. |
| <i>B. Brieger</i> . . . | langsame Rothfärbung, ganz allmähliche Entfärbung. |
| <i>B. pyog. foetid.</i> . . . | deutlich roth im Bereich des ganzen Stichs. |
| <i>B. anthrac.</i> . . . | ganz schwach roth, sich entfärbend. |
| <i>Wurzelbacill.</i> . . . | oben etwas röthlich. |
| <i>Spir. Choler.</i> . . . | allmählich röthlicher Trichter. |
| <i>Spir. Finkler-Prior</i> | allgemeine Rothfärbung, sich entfärbend. |
| <i>Streptoc. pyogen.</i> . . | deutlich schwaches Roth. |
| <i>Streptoc. Erysipel</i> . . | deutlich schwaches Roth. |

Diesen meinen Befunden wäre nach Cahen noch hinzuzufügen, dass *B. prodig.*, *pyocyan.*, *fluoresc.* und *Spirill. cholerae*, überhaupt alle gelatineverflüssigenden Mikroorganismen auch stark reducirend wirken. An Eiweissculturen traten Reductionsvorgänge seltener und später auf. — Auch Heraeus hatte auf die reducirende Eigenschaft einiger Bakterienarten aufmerksam gemacht (*Prodigiosus*, *Brieger*, *Finkler-Prior*).

Vergleichen wir aber nun in den Tabellen die verschiedenen Nährböden, welche nach der Impfung auf ihre Reaction (und event. auf ihre Reductionsvorgänge) zugleich mit Hineinziehen der bei Jodoformzusatz entstehenden Vorgänge geprüft waren, so ergiebt sich Folgendes:

1) Bei den neutralen Eiweissculturen — ich muss hier alle specielleren Daten übergehen, indem ich auf die Tabellen verweise — konnte festgestellt werden, dass dieselben ohne Jodoform am Licht lange neutral bleiben und nur langsam sauer werden; gleich alte Culturen, die mit Jodoform am Licht gewachsen waren, zeigten schnell eine deutlich saure Reaction, welche durch Einwirkung des Sonnenlichtes sowohl schneller als intensiver als bei einer grösseren Anzahl Mikroorganismen eintrat. Ohne Licht wurden weder jodoformirte, noch jodoformfreie Eiweissculturen sauer¹⁾.

2) Alkalische und saure Eiweissculturen änderten ihre Reaction nicht.

Was die Jodoformspaltung bezw. die zu ihrem Nachweis geprüfte Jodkalireaction mit Stärke und H_2O_2 , bei allen 3 Eiweisslösungen, anlangt, so ergab sich, dass überall nach längerer Einwirkung durch die Culturen eine Jodoformspaltung eintrat, auch hier bei Gegenwart von Licht und Sonne sehr viel stärker als bei Wachsthum im Dunkeln. Die Grade der Jodreaction sind freilich sehr verschiedene. Jedenfalls geht sie durchaus nicht parallel der Umwandlung der alkalischen Reaction, und ist im grossen Ganzen bei den sauren, bezw. sauer gewordenen die Blaufärbung der Stärke beträchtlicher. Sehr häufig ist Jodkali schon nachzuweisen viele Tage, ehe die saure Reaction eingetreten ist.

Wir fanden also im Ganzen: Umwandlung der neutralen Reaction in die saure nur dann, wenn (mit und ohne Jodoform) auch das Licht mit eingewirkt hat. Man hätte vermutthen sollen, dass nach Analogie mit der bekannten That-sache, dass überall, wo freies Jod zu Eiweiss hinzutritt, eine

¹⁾ z. B. Wachsthum im Ofen mit Jodoform am 12. Tage: alle Gläschchen neutral; im Licht mit Jodoform am 7. Tage: alle Gläschchen sauer; im Licht ohne Jodoform am 7. Tage: alle Gläschchen neutral, am 20. Tage meist sauer.

saure Reaction zu Stande kommt, auch hier überall da, wo der Jodalkalinachweis auf vorangegangene Jodabspaltung aus dem Jodoform deutete, saure Reaction hätte eintreten müssen. That-sächlich ist dies nicht der Fall. Vielleicht, dass die Menge des im Dunkeln producirten Jods zu gering war; vielleicht auch ist die Annahme gestattet, dass der active Sauerstoff des Lichtes auch für die Action des Jods eine besondere Bedeutung, oder — ganz unabhängig vom Jodoform — auf die Spaltung des Eiweiss einen gewissen Einfluss hat.

Betrachten wir die Jodoformreaction mit Bezug auf die ursprüngliche Reaction des Nährbodens, so finden wir, dass sowohl die alkalischen als die sauren Eiweissnährböden eine gute und reichliche Jodoformabspaltung ergaben. Den Grad derselben genauer zu bestimmen, ist bei dieser Methode natürlich nicht möglich; eine wesentliche Differenz ist mir nicht aufgefallen.

Diejenigen Jodoform-Eiweissculturen, welche noch ausserdem Jodkali oder Jodkali + Stärke enthielten, zeigten nicht wesentlich andere Erscheinungen; die Eiweissculturen, welche in der Sonne gestanden hatten, waren sauer geworden; die, welche nur im Ofen (also im Dunkeln) gehalten worden waren, alle neutral. Erstere ergaben die durchaus erwartete Jodoformzersetzung in der Sonne, welche zu einer Blaufärbung der obersten Schicht geführt hatte; im Brütofen aber, bei Sonnenabschluss, trat nie eine spontane Jod-Stärkereaction ein. —

Gehen wir über zu den Fleischwasser-Gelatineculturen, so haben wir oben bereits festgestellt, dass sie schon ohne Jodoform allmählich ihre alkalische Reaction in eine saure umwandeln; der Jodoformzusatz wirkte hier nur dann die saure Reaction befördernd, wenn die Culturen im Licht gewachsen waren. Es wäre hier wohl denkbar, dass die durch letzteres aus dem Jodoform abgespaltene Jodmenge einen Theil der Alkalien für sich zur Bildung von Jodalkalien verwendete und auf diese Weise die ursprüngliche saure Reaction der Gelatine wiederherstellte würde.

Auffallend ist, dass der Zusatz von Jodkali zu solcher Jodoformgelatine das Eintreten der sauren Reaction häufig verhinderte. Selbst Licht und Sonne bewirken zu einer Zeit, in wel-

eher jodkalifreie, jodoformhaltige Gelatinen schon längst sauer sind, noch keine saure Reaction aller Culturen.

Was die Spaltung des Jodoforms in den Fleischwasser-Gelatinen betrifft, so geht sie sehr leicht vor sich — gleichgültig, ob die Reaction sauer oder alkalisch geworden; am fünften Tage z. B. war überall sicher Jodkalireaction bei im Ofen wie im Licht gewachsenen Culturen zu constatiren. Da vermuthet werden konnte, dass in der peptonhaltigen Fleischwassergelatine irgend welche von den Peptonen etc. herrührende Vorgänge stattfänden, welche auf die Reaction und Jodoformabspaltung von Einfluss wären, so wurde eine Anzahl von Versuchen mit einer eben alkalisch gemachten einfach wässrigen Gelatinelösung angestellt. Dieselben ergaben in der That ein viel langsameres Sauerwerden als bei der Fleischwassergelatine; erst am 9. Tage bei Wachsthum im Licht war bei einer Anzahl Culturen die rothe Lakmusreaction nachzuweisen. Einen Uebergang hierzu bildeten Befunde, in denen aus ihrer leicht alkalischen eine deutlich neutrale Reaction geworden war. Ebenso blieb die Stärke-reaction bis zum 5. Tage im Dunkeln aus — trotz reichlichen Bakterienwachsthums (also zu einer Zeit, wo bei Fleischwassergelatine bereits eine Jodoformabspaltung bei Wachsthum im Ofen stattgefunden hatte); dagegen war bei Wachsthum im Licht schon vom 2. Tage ab deutliche, vom 9. Tage ab sehr reichliche Jodalkalireaction vorhanden. —

Versuche mit reiner Fleischbrühe habe ich nicht vorgenommen, dagegen war in den Versuchen mit Emulsionen, deren Zusammensetzung bereits oben mitgetheilt ist, Fleischbrühe vorhanden. Hier habe ich nur Versuche im Licht mit und ohne Jodoform angestellt. Es ergab sich, dass die ohne Jodoform gewachsenen Culturen theils neutral, theils alkalisch, selten sauer waren, während die mit Jodoform im Licht gewachsenen alle stark sauer reagirten. Die Jodreaction war bei letzteren eine ungemein kräftige; das in der oben schwimmenden Oelschicht mit brauner Farbe gelöste Jod machte jede weitere Probe überflüssig. —

Was die Milchculturen anlangt, so war ihre Reaction, wie wir wissen, von vorn herein sauer; die Acidität derselben verstärkt sich bei langem Wachsthum in unzweifelhafter Weise.

Jodstärkereaction gelang sowohl bei Wachsthum im Dunkeln in schwacher, aber deutlicher Weise, wie ganz besonders stark bei Wachsthum im Licht und in der Sonne. —

Es ist selbstverständlich, dass bei allen diesen Versuchen zugleich die Wachsthumsfähigkeit der Bakterien geprüft worden ist und nur solche Culturen zur Prüfung der Reaction und Jodalkaliennachweis benutzt wurden, bei denen wir uns von einem guten Bakterienwachsthum überzeugen konnten.

Es würde sich nun darum handeln, eine Beziehung zu finden zwischen den einzelnen Factoren, welche hierbei überhaupt in Frage kommen, also: der Umwandlung der Reaction, der Jodoformabspaltung, ferner der mehr oder weniger bekannten Reductionsprozesse, welche die Bakterien auslösen; wesentlich aber interessirte es, zu untersuchen, ob der mehr oder minder grossen Jodoformabspaltung und den mit ihr und durch sie herbeigeführten Prozessen, eine Herabsetzung der Vitalität der Bakterieniculturen nachfolgt.

Letzteres Verhältniss ist ziemlich klar. Es ergiebt sich aus allen Versuchen auf das Evidente, dass, je stärker die Jodoformabspaltung ist, um so schneller die Bakterien in den Culturen zu Grunde gehen. Culturen, die wochenlang, so lange sie im Dunkeln gehalten waren und obgleich sie während dieser Zeit eine geringe Jodoformabspaltung ergaben, abimpfbar waren (wenn auch in verzögterer, theils quantitativ, theils qualitativ veränderter Form) wurden nach wenigen Tagen steril, wenn der energische Einfluss des Lichts, namentlich des Sonnenlichtes sich hinzugesellte. Aus allen Tabellen bei den verschiedensten Nährböden ist dies Verhältniss deutlich zu ersehen, am eclatantesten allerdings bei den Milchculturen, was vielleicht durch die Annahme zu erklären ist, dass das Jodoform in gelöstem Zustande doch leichter zersetzlich ist, als im ungelösten.

Weniger klar liegen die anderen Beziehungen zwischen Reactions- und Reductionsvorgängen.

Zu diesem Zwecke versuchte ich einige der complicirenden Factoren auszuschliessen, indem ich noch einige Versuche mit Aqua destillata als Nährboden anstellte.

Ich habe diese Frage nur mit 3 Bakterienarten, B. prodig.,

pyog. foetid. und proteus bearbeitet. Es ergab sich aus diesen übrigens keineswegs ausreichenden Versuchen mit Sicherheit nur das eine Resultat, dass die neutrale Reaction dieser Wasser-culturen viele Tage lang unverändert blieb, und dass überall die Stärkereaction eine energische Jodoformabspaltung nachwies, auch wenn dieselben mit Lichtabschluss bei Zimmer- oder Brüt-
ofentemperatur gewachsen waren; bei Licht oder Sonne war die Reaction ungemein viel stärker. (Ich bemerke hierbei nochmals, dass destillirtes Wasser allein unter gleichen Bedingungen — natürlich mit Ausnahme der Sonnenwirkung — keine Jodoform-abspaltung nachweisen liess.) — Im Grossen nud Ganzen können wir also folgende Hauptgesichtspunkte festhalten, wenn wir alle Einzelerfahrungen, die im Laufe dieser Versuche gemacht worden sind, zusammenfassen:

- 1) Das Jodoform kann durch Bakterien allein (bezw. durch die von ihnen hervorgerufene Umwandlungsprozesse in der Nähr-lösung) zersetzt werden. — Beweis dafür: Nachweis von Jod-alkali in der ursprünglich mit Jodoform durchsetzten Flüssigkeit.
- 2) Die Bakterien allein haben unter Umständen die Fähig-keit, neutralen und alkalischen Nährboden in einen sauren um-zuwandeln.

Für diese Thatsache sind wesentlich zwei Erklärungsmög-lichkeiten gegeben.

Einmal ist zu denken, dass die Bakterien für ihren eigenen Bedarf alkalienentziehend wirken und auf diese Weise ursprünglich vorhandene Säuren wieder zur freien Geltung kommen lassen — analog der Umwandlung der blauen in die rothe Lak-musfarbe. Diese Umwandlung geht ja bekanntlich dadurch vor sich, dass dem blauen Lakmussalz das Alkali entzogen wird, so dass die rothe Lakmussäure frei in der Flüssigkeit vorhanden ist.

Ferner aber werden sicherlich durch das Bakterienwachsthum in den Eiweisskörpern des Nährbodens Spaltungen ange-regt, organische Säuren gebildet, welche die rothe Lakmusreac-tion geben, indem sie das locker gebundene blaue Lakmussalz zerstören.

Welcher dieser erwähnten Modi vorhanden ist, oder wel-cher vorherrscht, wird theils von den Eigenthümlichkeiten der Mikroorganismenart, theils von der Zusammensetzung des

Nährbodens abhängen. In meinen Versuchen habe ich diesen Punkt specieller nicht berücksichtigen können, ich will nur die Thatsache mittheilen, dass nur diejenigen neutralen Eiweiss-culturen (ohne Jodoform) welche im Licht gestanden hatten, sauer geworden sind, während die im Dunkeln, bei Brütosten-temperatur gewachsenen, neutral bezw. alkalisch geblieben. — Bei den Gelatinen war dieser Unterschied nicht vorhanden.

3) Ueberall, wo zu den bisherigen Bedingungen Jodoform hinzutrat, trat die saure Reaction schneller und intensiver ein. — Diese Thatsache ist vielleicht so zu erklären, dass die, sei es durch die Bakterien, sei es durch das Licht oder sonstige Umstände bewirkte Jodoformspaltung zur Bildung von Jod führte, welches wiederum Alkalien zur Bildung von Jodalkalien für sich in Anspruch nahm¹⁾). Ob statt Jod etwa JH, vielleicht als Intermediärproduct zu denken ist, ist vor der Hand noch fraglich; seine dauernde Anwesenheit ist natürlich, wie schon häufig bemerkt, nur in sauren Lösungen möglich.

Aber auch der Bestand freien Jods (bezw. JH) hat sich auf keine Weise constatiren lassen, da niemals in denjenigen Culturen, in welchen Jodoform, Jodkali und Stärke vorhanden war, eine spontane Blaufärbung zu beobachten war. (Nur das Sonnenlicht bewirkte — natürlich unabhängig von jedem Bakterienwachsthum — durch die Bildung des freien Jod eine energische Jod-Stärkereaction.) Ob event. die im Eiweiss (durch das Licht) gebildete Säure selbst thätig bei der Jodoformspaltung mitgewirkt hat, würde erst durch weitere Versuche zu eruieren sein.

4) Von einer grossen Anzahl von Bakterien ist bekannt, dass sie reducirend wirken. Lakmus, Methylenblau etc. wurden in den Culturen entfärbt, ebenso wurden jodsaure Salze, welche dem Nährboden beigefügt wurden, theilweise in Jodalkali zurückgeführt. Es ist aber zu bemerken, dass auch ohne Bakte-

¹⁾ Wir würden so einen weiteren Beweis für die schon von Binz ausgesprochene Ansicht haben, dass das Jodoform für den Organismus alkali-entziehend wirke, eine Anschauung, auf welche hin Behring später die Einführung von Alkalien zur Behandlung und Prophylaxis der Jodoformintoxication empfahl.

rien jodsaures Kali bei reichlicher Anwesenheit in Jodkali übergeführt wird, besonders beim Erhitzen.

Nun ist festgestellt (Behring), dass bei allen Reductionsvorgängen eine Jodoformzerspaltung stattfindet, so dass daran der Schluss geknüpft werden kann, dass die durch Bakterien bewirkte Jodoformspaltung auf ihre reducirende Wirkung zu beziehen ist.

Leider ist aus meinen Versuchen nach der Richtung hin gar kein sicherer Schluss zu entnehmen, welche Bakterienart — auch mit Berücksichtigung ihrer als bekannt vorausgesetzten Reductionskraft — am meisten, schnellsten, zuverlässigsten Jodabspaltung erkennen lasse. Selbst wenn ich den reducirenden Proteus und den nicht reducirenden Tetragenus vergleiche, kann ich in den Befunden keine wesentliche Differenz finden. — Trotzdem halte ich die Anschauung, dass die Reductionswirkung von Seiten der Bakterien für die Jodoformspaltung nicht ohne Belang sei, für richtig.

So scheint mir auch für sie zu sprechen, dass von Culturen in Wassergelatinen das Jodoform später zerlegt wurde, als von Culturen in Gelatine mit den bekanntlich kräftig reducirenden Peptonen etc.

In wie fern hierbei die eigene Thätigkeit der Bakterien von der Wirksamkeit der von ihnen producirten Ptomaine zu trennen ist, ist fraglich; thatzählich ist von de Ruyter und Behring nachgewiesen, dass die Ptomaine an und für sich Jodoform zu spalten im Stande sind. Versuche, die ich selbst angestellt habe, sind allerdings nicht mit rein dargestellten Ptomainen vorgenommen¹⁾), und daher nicht vollkommen beweiskräftig; sie

¹⁾ Um zu erkennen, ob überhaupt antibakterielle Spaltprodukte in jodoformirten Culturen entstünden, habe ich noch einen Vorversuch ange stellt, der ergab, dass ungeimpfte Gelatine allein das Jodoform nicht zersetzt und ein brauchbarer Nährboden bleibt. —

Es wurde dann Jodoformgelatine geimpft mit:

Staphyloc. pyog. aur.

Bac. prodigios.

- pyocyan.

- anthrac.

Spir. Finkler-Prior

- Chol. asiat.

Nachdem diese einige Tage im Brütofen gestanden, wurde sie filtrirt,

sollen kurz angeführt werden. Ich habe Culturen, der von mir verwandten 15 Arten

um das Jodoform zu entfernen, und nun, theils steril, theils nicht sterilisirt mit dem Spir. Chol. geimpft. Letzteres sollte gleichsam als Reagens für etwaige Jodoform-Spaltungsproducte dienen. Es wuchsen aber überall Cholerabacillen in üppigster Weise, ausser in der Pyocyanuscultur; *B. pyocyanus* macht aber auch ohne Jodoform die Gelatine für nachträgliches Cholerawachsthum untauglich. (Ein ähnlich antagonistisches Verhältniss hat Garré — in einer gänz neuerdings im „Correspondenzblatt für Schweizer Aerzte“ erschienenen Arbeit — für den *Bacillus fluoresc. liquefac.* und den Cholerabacillus festgestellt.)

Die genannten Mikroorganismen hatten also an dem Jodoform keine Zersetzung geübt, welche einen für Cholerspirillen schädlichen Stoff in der Gelatine zurückgelassen hätte; auch die Cholerabacillen selbst hatten das nicht gethan, obschon ihr Absterben bei Gegenwart von Jodoform darauf hindeutete. — Umgekehrt wurde 1) filtrirte und gekochte Cholera-Jodoform-Gelatine (d. h. Gelatine, erst Tage lang von Cholera durchwachsen und dann mit Jodoform versetzt), 2) filtrirte und nicht erhitzte Cholera-Jodoform-Gelatine; 3) filtrirte und sterilisirte *Proteus*-Gelatine, *Proteus*-Eiweisslösungen — als Nährboden für die gewöhnlich geprüften 15 Arten benutzt. Sie wuchsen fast alle, auch die Cholerspirillen, letztere nur in No. 2 nicht.

In einem weiteren Versuche benutzte ich Fleischkolben, welche vor circa 7—8 Tagen mit *Staph. pyog. aur.*, *St. pyog. alb.*, *B. pyocyan.* und *Spir. Finkler-Prior* geimpft waren; eben so lange war Jodoform zugesetzt. Aus allen Kolben waren schöne Culturen abimpfbar. — Diese Fleischmasse wurde etwas verdünnt, filtrirt und theils erhitzt, theils nicht erhitzt mit Chol. geimpft. Ueberall gedieh die Choleracultur in ausgezeichneter Weise.

Anders war das Ergebniss bei alten Milchculturen von Bakterien-(Mäuse-) und Bacillen-(Kaninchen-) Septicämie, Schweinerothlauf, Hühnercholera, Erysipelkokken und *Streptococc. pyogen.*, die theils mit, theils ohne Jodoform gewachsen waren; bei den jodoformirten Milchculturen wurde das Jodoform durch Filtriren entfernt. — Nun geimpfte Cholerspirillen wuchsen vorzüglich in den nicht jodoformirt gewesenen Milchgläsern, fast gar nicht in den vorher jodoformirt gewesenen Culturen. — Die Möglichkeit, dass etwa Jodoform trotz der Filtration noch zurückgeblieben, ist bei der Art unseres Filtrirens durch festgepresste Watte durchaus auszuschliessen, dagegen hat hier das in dem Fett gelöste Jodoform wohl als das schädliche Agens gewirkt.

Bis auf diese fast selbstverständliche Thatsache hat sich also nichts ergeben. — Auch der H_2O_2 -Zusatz zu solchen Culturen zeigte nur, dass es mit dem Jodalkali derselben zusammen häufig stärker desinficirend wirkte, als allein.

- a) in Wassergelatine,
- b) in neutralem Eiweiss,
- c) in alkalischem Eiweiss,
- d) in saurem Eiweiss

10 Tage bei Brütotemperatur wachsen lassen und dann durch Einstellen in strömenden Dampf (5 Minuten) sterilisiert. Es wurde dann Jodoform zugesetzt und nach verschieden langer Zeit in den einzelnen Gläsern nach Producten der Jodoformabspaltung gesucht; diese Versuche sind möglicherweise nicht lange genug ausgedehnt worden; jedenfalls hat sich hierbei nur in den sauren Eiweisslösungen eine Andeutung der Jodreaction ergeben, in den anderen war trotz der event. gebildeten „Ptomaine“ eine Jodoformabspaltung nicht vor sich gegangen.

Die Acidität der verwendeten sauren Eiweisslösungen war durch Phosphorsäure herbeigeführt worden; in wie fern diese vielleicht selbstständig während der Dauer des Versuchs eingewirkt hat, vermag ich nicht festzustellen.

De Ruyter und Behring haben auch umgekehrt gefunden, dass durch das Jodoform die giftige Wirkung der Ptomaine zerstört werde — eitererzeugende Ptomaine waren nicht mehr im Stande, Eiter zu erzeugen — und wollen darin ein neues Moment zur Erklärung der Jodoformwirkung sehen. — Wollen wir auch an der Richtigkeit dieser Thatsache nicht zweifeln, so müssen wir ihr doch die experimentelle Erfahrung, dass, wie oben erwähnt, die Eiterung erregende Fähigkeit der pyogenen Staphylokokken durch den Jodoformeinfluss nicht alterirt wurde, entgegenhalten. Im Beginn des Prozesses werden die Gewebe jedenfalls schneller auf die Kokken reagiren, als die Ptomaine auf das Jodoform; erst allmählich kommt die „antiseptische“ Wechselwirkung zwischen Jodoform und Ptomainen zur Geltung.

5) Es ist Thatsache, dass überall, wo das Licht oder das Sonnenlicht auf jodoformirte Culturen gewirkt hat, eine viel stärkere Jodoformabspaltung vor sich ging, als ohne dasselbe, eine Wirkung, die, wie wir wissen, auf Bildung von activem Sauerstoff zurückzuführen ist. Nach der bisherigen Deutung würden wir daraus den Schluss ziehen müssen, dass auch oxydirende Vorgänge die Spaltung des Jodoforms befördern.

Beide Modi, die Reductions- wie Oxydationsvorgänge habe ich versucht, in folgender Anordnung näher zu eruiren.

Nach Röhmann's Vorschlag und Vorgang wurden Palladiumbleche im H-Strome stark mit H beladen und nun diese Bleche, von denen wir hofften¹⁾, dass sie durch Abgabe des H stark reducirend wirken würden, den Culturen beigefügt.

Thatsächlich ergab sich auch, dass die Jodoformspaltung, wie sich namentlich bei den Wassergelatinen durch die Jodalkali-reaction eclatant nachweisen liess, sehr viel stärker vor sich ging, als bei Versuchen unter sonst gleichen Bedingungen (im Dunkeln ohne die Palladiumbleche).

Die Differenz zeigte sich namentlich in der Schnelligkeit des Auftretens der Jodalkalien — schon am 1. Tage war starke Jodalkireaction, wo sonst am 5. Tage noch keine nachweisbar war — während in der Intensität derselben in den späteren Tagen Unterschiede nicht erkennbar waren. — Auffällig sind die Verhältnisse der Reaction in so fern, als die sauren Eiweisslösungen sämmtlich neutral wurden, während die übrigen Culturen ihre ursprüngliche Reaction behielten; die alkalischen schienen stärker alkalisch, die neutralen eher etwas alkalisch.

Eine wesentliche Wirkung auf die Vitalität der Bakterien war nicht zu ersehen, doch war hierzu vielleicht die Versuchsdauer, welche sich nicht über 5 Tage erstreckte, zu kurz.

Thatsächlich würde also hieraus zu schliessen sein, dass Behring's Vermuthung, dass der nascirende H von besonders schneller, Jodoform zersetzender Wirkung sei, richtig ist.

Ubrigens hatte das Palladiumblech eine ebenso deutliche Jodoform abspaltende Wirkung, wenn man ungeimpfte Nährböden — Aq. dest., die Eiweisslösungen und die Gelatinen — mit dem H beladenen Palladiumblech und Jodoform in den Brütofen stellte. Es ergab sich regelmässig eine schwache, aber deutliche Jodreaction.

Um die Wirkung von Oxydationsvorgängen auf das

¹⁾ Es war ja auch denkbar, dass gerade umgekehrt Oxydationsvorgänge resultirten, theils indem das Palladiumblech noch mehr H für sich beanspruchte, theils indem es vom O—O ein O mit seinem H verband und ein O so oxydirend wirken musste.

Jodoform zu prüfen, wurde Culturen Jodoform und H_2O_2 zugefügt. Es ergab sich hierbei das merkwürdige Resultat, dass alle diese Culturen, übrigens auch die ungeimpften Nährböden, mit Ausnahme des destillirten Wassers, keine Jodalkalireaction gaben. — Betreffs der antibakteriellen Wirkung ist von wesentlichem Einfluss, wie lange Zeit nach dem Jodoformzusatz das H_2O_2 beigegeben wurde. Je länger die Culturen bereits mit Jodoform versetzt waren und je später nach dem Jodoform das H_2O_2 zugefügt wurde, um so ersichtlicher ist der bakterientötende Einfluss. Setzt man aber H_2O_2 und Jodoform zu gleicher Zeit hinzu, so ist überhaupt gar kein Einfluss zu constatiren.

Es scheint aus diesen Versuchen hervorzugehen, dass das H_2O_2 die Jodoformabspaltung verhindere; und zwar vermutlich dadurch, dass es mit seinem überschüssigen O die sonst vor sich gehenden Reductionsvorgänge paralysirt, event. die Wirkung des nascirenden H aufhebt.

Ist aber vorher schon das Jodoform zerspalten, dann wirkt H_2O_2 mit dem Jodalkali zusammen in der oben ausführlich beschriebenen Weise Jod- (bei saurer Lösung vielleicht JH^-) bildend und desinficirend. — Auf die Zerspaltung des Jodoforms selbst scheint H_2O_2 jedenfalls keinen Einfluss zu haben.

Nur in destillirtem Wasser mit einander vermischt Jodoform und H_2O_2 ergab eine Jodreaction; d. h. also in einem Falle, in welchem der O nicht für sonst vor sich gehende Reductionsvorgänge verwendet wurde, wo aber Reductionsvorgänge zu gleicher Zeit spielten, war, — in unseren Versuchen wenigstens, ohne damit der Deutung der im Organismus vor sich gehenden Prozesse voreignen zu wollen, — H_2O_2 bei Gegenwart sonstiger Reductionsvorgänge ohne Wirkung.

So sehen wir denn von neuem, dass bei Berücksichtigung aller der verschiedenen Factoren, deren zersetzend Wirkung auf das Jodoform wir kennen, sich ein einheitliches Bild der auf den Wunden sich abspielenden Prozesse kaum geben lässt; nur wird im Allgemeinen festgehalten werden können, dass je stärkere Reductionsvorgänge, sei es seitens der Gewebe, sei es durch gewisse Bakterienarten im Spiele sind, um so stärker und

schneller eine Zersetzung des Jodoforms und damit Bildung von nascirendem Jod, bzw. JH stattfinden wird.

Dann erst wird das Jodoform zum wirklichen Antisepticum; denn nur diese nascirenden Jod-, bzw. JH-Mengen, (wenn wir nur das Jod, nicht aber die CH-Gruppe im CHJ₃ berücksichtigen) können, wie wir gesehen haben, von antibakterieller Bedeutung sein. Der Grad dieser antibakteriellen Kraft ist freilich kein sehr bedeutender, ein erst allmählich sich entwickelnder und in jedem einzelnen Falle verschiedener — abhängig von der in der Zeiteinheit zersetzen Jodoform-, bzw. producirten Jodmenge. So sind in der That, wie Behring schon vor Jahren betont hat, die Bedingungen für die antiseptische Wirkung des Jodoforms da am günstigsten, wo in Folge von lebhaften Zersetzungsvorprozessen die chemischen Wirkungen am kräftigsten ausgeübt werden. Je energischer die Fäulniss- und Umsetzungsvorgänge in den Wunden sind, um so besser wird sich das Jodoform als direct antibakterielles Mittel bewähren.

In wie fern die sonstigen in jodoformirten Culturen auftretenden Prozesse, in erster Reihe die Säurebildung an der antibakteriellen Wirkung sich betheiligen, bedarf noch weiterer Untersuchung. — Auch daraus, dass jodhaltige Eiweissubstanzen ungeeignete Nährböden sind, resultirt ein fernerer Gesichtspunkt für die Beurtheilung der antiseptischen Wirkung der Jodoformzersetzung.

Schliesslich weise ich hier am Ende meiner Arbeit noch einmal hin auf die anfangs mitgetheilten Erfahrungen, dass einige Bakterienarten in zweifeloser Weise direct vom Jodoform (bzw. von dem aus ihm entstehenden Jod) beeinflusst, dass Wachsthum und Vermehrung modifizirt werden und dadurch eine Art Abschwächung zu Stande kommt. Fast alle Bakterien aber werden auf jodoformirten Flächen in ihrer Entwicklung gehindert; sie bleiben, nicht getötet, aber unfähig zu schaden, unthätig liegen, so dass allen übrigen, das Jodoform beeinflussenden Factoren, dem lebenden Gewebe, den sonstigen chemischen Vorgängen u. s. w. Zeit gelassen wird, selbständig das Jodoform zu spalten und seine — direct wie indirect antiseptisch wirksamen — Producte anorganischer wie organischer Natur frei zu machen.

Das Jodoform wirkt eben überall, wo es zersetzt wird, antibakteriell, und das ist auf jeder Wundfläche mehr oder weniger der Fall.

Es wäre falsch, diese antibakterielle Kraft zu überschätzen, aber es ist auch ungerecht, sie dem Jodoform abzusprechen.

Zum Schlusse spreche ich meinen Assistenten — speciell Herrn Dr. Loewenhaupt, für ihre bereitwillige und liebenswürdige Hilfe bei den sehr zeitraubenden Versuchen herzlichen und aufrichtigen Dank aus.

L i t e r a t u r¹⁾.

- Baumgarten, Ueber das Jodoform als Antiparasiticum. Berlin. klin. Woch. 1887. No. 20.
- C. Beck, Centr. f. Chirurg. 9. S. 165. 1887.
- Behring, Ueber Jodoform und Jodoformwirkung. Deutsch. med. Woch. 1882. S. 146 No. 11.
- , Ueber Jodoformvergiftung und ihre Behandlung. Deutsch. med. Woch. 1881. 5. S. 68.

¹⁾ Leider sind mir die Arbeiten von Buchner („Ueber die Einwirkung der Jodoformdämpfe auf den Choleravibrio“. Münchener Medicin. Wochenschr. 1887. No. 25) und Kronacher („Das Jodoform und sein Verhalten zu pathogenen Bakterien“. Ebenda No. 29), obgleich dieselben vor der Einsendung des Manuscripts dieser Arbeit (am 4. August 1887) erschienen waren, erst während der Correctur zu Gesicht gekommen, so dass ich die in ihnen enthaltenen Angaben nicht mehr benutzen konnte; ich bedaure dies um so mehr, als ich gewiss einerseits durch einige von den meinen abweichenden Beobachtungen des einen der beiden Autoren (Kronacher) zu weiteren Untersuchungen veranlasst worden wäre; andererseits wäre mir naturgemäß eine Bestätigung meiner Versuchsresultate im höchsten Grade willkommen gewesen.

Ebenso bedaure ich es sehr, dass ich die Arbeit von Senger („Ueber die Einwirkung des Jodoforms auf das Wachsthum und die Virulenz der Milzbrandbacillen“. Deutsche Med. Wochenschrift. 1887. No. 33) nicht mehr berücksichtigen konnte; dieselbe ist aber erst nach der Vollendung dieser Arbeit erschienen.

Endlich wäre noch zu erwähnen: Picard, Emploi de l'Jodoforme dans le traitement de la Tuberculose génito-urinaire. Journal de médecine de Paris. 24 juillet 1887.

- Behring, Ueber Jodoform und Acetylen. Deutsch. med. Wochenschr. 1887. 20.
- Biedert, Das Jodoform beim Wundverband. Deutsch. Medicinal-Zeit. 1887. No. 58. S. 643.
- Binz, Toxikologisches über Jodpräparate. Archiv f. exper. Pathol. und Pharmakol. 1880. Bd. 13. S. 113.
- , Ueber das Verhalten der Auswanderung farbloser Blutzellen zum Jodoform. Dieses Archiv Bd. 89. S. 389. 1882.
- , Zur Jodoformfrage. Therapeut. Mon. 1887. S. 163. Heft 5.
- , Ueber Jodoform und Jodsäure. Arch. f. exper. Pathol. u. Pharmakol. 1878. Bd. 8. S. 309.
- A. Bossowski, Vorkommen von Mikroorganismen in Operationswunden unter dem antiseptischen Verbande. Wien. med. Wochenschr. 8. 9. 1887.
- Brunn, Ueber die antitubercul. Wirkung des Jodoforms. Therapeut. Mon. 1887. S. 161. Heft 5.
- Brunn-Andrassy, Beiträge zur Behandlung der kalten Abscesse insbesondere mittelst Jodoforminjectionen. Beiträge zur klin. Chir. II. 2. Heft. 1886.
- Brunn und Nauwerck, Beiträge zur klin. Chir. III. 1. 1887. Ueber die antituberculöse Wirkung des Jodoforms.
- Fritz Cahen, Ueber das Reductionsvermögen der Bakterien. Zeitschr. für Hygiene. II. S. 386.
- Disselhorst, Studien über Emigration. Fortschritte 10. S. 289. 1887.
- C. Friedländer, Erklärung betreffend die Mittheilung von Chr. Heyn und Rovsing. Fortschritte 1887. S. 129.
- Gad und Wurster, Ueber activen Sauerstoff im thierischen Organismus. Verhandl. d. Berl. physiol. Gesellsch. 1886/7. 5. Sitzung vom 14. Jan. 1887.
- Gosselin und Héret, Études sur la mode d'action du sous-nitrate de Bis-mouth etc. Gaz. hebdom. 1885. 37. (Ref. in Centr. f. d. med. Wiss. 1886. S. 374.)
- Heyn und Rovsing, Das Jodoform als Antisepticum. Fortschritte S. 33. 1887. No. 2.
- —, Gegenbemerkungen an Dr. Poten. Fortschritte 1887. S. 203.
- Högyes, Ueber die physiologische Wirkung des Jodoforms und seine Umwandlung im Organismus. Arch. für experim. Path. X. S. 227.
- Hofmeister, Prag. med. Wochenschr. 1887. 8. S. 63.
- König, Ueber die Zulässigkeit des Jodoforms als Wundverbandmittel u. s. w. Therapeut. Mon. 1887. No. 4. S. 121.
- Lister, cit. Fortschritte. Beilage zu No. 7. S. 50. 1887.

- A. Lübbert, Biolog. Spaltpilzuntersuchung. Der Staphyloc. pyog. aur. etc. Würzburg 1886.
- , Ueber das Verhalten des Jodoforms zum Staphyloc. pyog. aureus. Fortschritte 1887. 11. S. 321.
- Marchand, E., Ueber die Bildungsweise der Riesenzellen um Fremdkörper und den Einfluss des Jodoforms hierauf. Dieses Archiv Bd. 93.
- Meyer, D. i. Göttingen 1882. Ueber die antiseptische Wirksamkeit des Jodoforms.
- v. Mosetig-Moorhof, Wien. med. Woch. 1880. 43.
- —, Ein letztes Wort in der Jodoformfrage. Wien. med. Woch. 1887. No. 21. S. 705.
- Mylius, F., Ueber die blaue Jodstärke und die blaue Jodcholsäure. Zeitschr. für phys. Chemie. XI. Bd. 4. Heft. 1887. S. 306.
- Dr. Poten (Hannover), Bemerkungen zu den Jodoformuntersuchungen von Heyn und Rovsing. Fortschritte 1887. S. 131.
- Th. Rovsing, Hat das Jodoform eine antituberculöse Wirkung? Fortschritte 1887. 9. S. 257.
- Rummo, Compt. rend. XCVI. 16.
- G. de Ruyter, Zur Jodoformfrage. (Vortr. gehalten Nov. 1886.) Arch. f. klin. Chir. XXXV. 1. S. 213.
- Sänger, Discuss. Chir. Congr. 1887. Ref. in Deutsch. Med. Ztg. 1887. S. 400.
- Sattler, Ueber Jodoform als Antisepticum. Wien. med. Woch. 10. 1887. Fortschritte No. 12.
- Tilanus, Ist das Jodoform ein Antisepticum? Münch. med. Wochenschr. 1887. 17.
- Tricomi, Jadol et Jodoforme au point de vue antiseptique. Italien. Chir.-Congr.: Semaine méd. 1887. p. 142.
- Rich. Wittelshöfer, Wien. med. Wochenschr. 1887. 6.
- C. Wurster, Ueber einige empfindliche Reagentien zum Nachweis minimaler Mengen activen Sauerstoffs. Ber. d. deutsch. chem. Gesellsch. Bd. 19. S. 3195 u. 3206.
-

In dieser wie in allen folgenden Tabellen bedeuten die Zeichen o, a, b, c die Stärke der Bakterienentwickelung in den Controlgläsern, woraus rückwärts geschlossen werden kann auf die Qualität und Quantität der im Originalglas vorhandenen Bakterien. — o = kein Wachsthum; c = sehr gutes Wachsthum in den Controlgläsern.

Stehen mehrere Buchstaben, durch Kommata getrennt, hinter einander, so bedeuten dieselben die Resultate eben so vieler Einzelversuche.

Nicht durch Kommata getrennte Buchstaben oder Fragezeichen bedeuten das Resultat eines und desselben Versuches und zwar jeder Buchstabe das Resultat eines Beobachtungstages. —

Für die letzten beiden Tabellen bedeuten die Zahlen 1, 2, 3 die Intensität der Stärkereaction (1 am schwächsten), die Buchstaben n: neutrale, a: alkalische, s: saure Reaction.

T a b e l l e I.

| | Impfung in Gelatine + jodsaur. Kali | | |
|----------------------------|-------------------------------------|--------|--------|
| | 0,5 pCt. | 2 pCt. | 5 pCt. |
| Staphyloc. pyog. aur. . | c | c | c |
| alb. . . | c | c | c |
| Diploc. aur. | c | b | o |
| M. tetrag. | o | o | o |
| B. pseudopneum. | o | c | o |
| Proteus vulg. | c | c | o |
| B. pyocyan. | c | o | o |
| B. prodigios. | o | o | o |
| B. pyog. foetid. | o | o | o |
| B. Briegei | o | c | o |
| Sp. Choler. | o | b | o |
| Sp. Finkler-Prior . . . | o | o | o |
| B. anthrac. | b | c | a |
| B. mycoides | c | c | c |
| B. fluoresc. liquef. . . . | o | o | o |

T a b e

| | Agar-Agarculturen über- gossen mit Jod-Jodkali- lösung | | | Culturen übergossen mit Tinct. jodi 1,0 Aq. 99,0 = 1 : 1000. | Agarculturen. | | |
|-----------------------|--|-------------------------------|----------------------------------|---|-----------------------|---------|-------------------------------------|
| | 0,25 p. m. Jod + 0,25 p. m. Jodkali. | 0,5 Jod 1 Jodkali p. m. | 1 Jod 2 Jod- kali p. m. | | Alter Jodoform-Aether | Spray. | über- gossen. ½ Std. Einw. |
| Dauer d. Einwirkung: | 1½ Std. | 1½ Std. | 1½ Std. | | 12 Std. | 24 Std. | |
| Staphyloc. pyog. aur. | c, c | c, c, b | ab, c | o | ac, ac | aab, ab | o |
| St. pyog. alb. | c, c | c, c, e | o, o | o | ac, ac | ab | o |
| Diploc. aur. | c | c, c | aab, c | ac, ac | | | o |
| M. tetrag. | a, e | c, c, c | o, o | o | o, o | ac, o | o |
| B. pseudopneum. | c, e | c, c, ac | o, o | c | o, o | o, o | o |
| Proteus vulg. | | | | | | | |
| B. pyocyan. | c, c | c, c, c | o, o | c | o, o | o, o | o |
| B. prodigios. | c, c | c, c, e | c, c | c | o, o | o, o | o |
| B. pyog. foetid. | c, c | b, b, c | o, o | c | ab, ab | c | o |
| B. Brieger | c, c | b, b, c | o, o | o | ab, ab | c, c | o |
| Sp. cholerae | aa | o, o | o, o | o | o, o | o, o | o |
| Sp. Finkler-Prior | | | | | | | |
| B. anthrac. | c, e | c, c, c | c, c | | ac, ac | o, bc | c |
| B. mycooides | cc | c, c, e | c, c | | c, c | abc, ac | ac |
| B. fluoresc. liquef. | | | | | | | |

T a b e l
Einwirkung

| | Nährboden. | | Gelatine. | | Eiweiss neutral. | |
|-----------------------|---------------------------------|--------|-----------|--------|------------------|--|
| | H ₂ O ₂ : | sauer. | neutral. | sauer. | neutral. | |
| Staphyloc. pyog. aur. | | c, c | c, c, c | c, c | c, b | |
| St. pyog. alb. | | c, b | c, o, c | c, c | c, b | |
| Diploc. aur. | | c, a | c, c, c | c, c | a, c | |
| M. tetrag. | | c, b | o, o, a | o, o | o o | |
| B. pseudopneum. | | o, o | c, o, o | c, o | o o | |
| Proteus vulg. | | c, o | c, o, c | c, o | o, c | |
| B. pyocyan. | | c, c | c, c, c | c, c | b, c | |
| B. prodigios. | | c, c | c, c, c | c, c | c, c | |
| B. pyog. foetid. | | o, o | c, b, o | c, o | o, a | |
| B. Brieger | | o, c | c, c, o | c, o | b, b | |
| Sp. cholerae | | o, o | c, o, o | c, o | o o | |
| Sp. Finkler-Prior | | o, o | c, o, o | c, o | o o | |
| B. anthrac. | | o, o | c, o, o | c, o | o o | |
| B. mycooides | | b, o | c, o, o | c, o | o, c | |
| B. fluoresc. liquef. | | cc | c, c, c | c, c | b, c | |

I e II.

| Agarculturen behandelt mit Spray mit frischem Jodoform-Aether mit Zusatz von | | | | Agarculturen über-gossen m. Jodoform-Alkoh.-Aeth. ¹⁾ nach 5+30 Min. | Agarculturen mit frischem Jodoform-Aether-Spray behandelt. | | | | Agarculturen übergossen mit Aether. | | |
|--|--------------|-------------|-------------|--|--|--------------|-------------|----------------------------|-------------------------------------|---------|---------|
| 1 p. m. Jod. | 5 p. m. Jod. | 1 pCt. Jod. | 2 pCt. Jod. | | so-fort | nach 24 Std. | 96 Std. | 144 Std. | 5 Min. | 30 Min. | 30 Min. |
| Abimpfung nach | | | | Abgeimpft: | | | | Abgeimpft nach Einwirkung: | | | |
| 1 Stunde. | 18 Std. | 18 Std. | 5 Std. | 8 Std. | 5+30 Min. | | | | | | |
| ab, ac, ab, ac | ac, ac | o, o | c, c | o, o | o | aac | aac, ac, bc | aac | c | bc | o |
| bc, bc, bc, bc | bc, e | ac, ac | e, c | o, o | o | | bc | | c | bc | o |
| ac, ac, ac, ac | ac, ac | ac, ac | c, c | o, o | o | | | | c | b | c |
| ac, ac, ac, ac | ac, ac | ac, ac | b, b | o, o | o | aab | c, bc | c | c | c | o |
| be, be, bc, be | ac, ac | ab, ab | a, a | o, o | o | o | ac, c, ac | aac | c | bc | o |
| c, c, ac, ac | ac, ac | c, c | c, c | o, o | o | aac | ac, c, e | aac | c | o | o |
| c, c, c, c | e, e | e, c | e, e | bc, bc | o | | ac, c | | c | o | o |
| ab, ab, ab, ab | ac, ac | b, b | c, c | bc, bc | o | aac | ac, c, | aac | c | a | o |
| ab, ab, ac, ab | ac, ac | ab, ab | a, a | o, o | o | | ac, ac, ac | | c | ac | c |
| o, o, o, a | o, o | o, o | o, o | o, o | o | | o | o | o | o | o |
| ac, ac, ac, ac | ac, ac | ab, ab | | | o | | | | c | o | o |
| ac, aac, aac, aac | ac, ac | ab, ab | ac, ac | ab, o | c | aab | ab, bc, bb | aac | e | c | c |
| bc, bc, bc, bc | c, c | bc, bc | c, c | o, a | c | | ac, c, ac | | c | c | c |
| | | | | o | o | | | | c | o | o |

¹⁾ Gleiche Theile von concentrirter alkoholischer und ätherischer Jodoformlösung.

I e III a.

von H₂O₂.

| Eiweiss alkalisch. | | Eiweiss sauer. | | Agar-Agar. | | Fleischbrühe. | |
|--------------------|----------|----------------|----------|------------|----------|---------------|----------|
| sauer. | neutral. | sauer. | neutral. | sauer. | neutral. | sauer. | neutral. |
| c | c | c | c | c, e | c | c | c |
| c | b | c | c | c, c | c | c | c |
| c | e | c | b | c, c | c | c | c |
| o | o | o | o | c, c | b | c | c |
| o | o | o | o | c, c | b | o | o |
| o | o | o | o | c, o | o | c | c |
| c | c | c | c | c, e | c | c | c |
| o | o | c | c | c, e | c | c | c |
| o | o | o | o | c, c | a | o | a |
| o | o | o | c | c, c | c | e | o |
| o | o | o | o | o, o | o | o | o |
| o | o | o | o | o, o | o | o | o |
| o | o | o | o | c, c | c | o | o |
| o | o | b | c | c, c | c | o | o |
| o | c | c | c | c, c | c | c | c |

T a b e l

| | Agar-Agarculturen übergossen mit | | | | | |
|-----------------------|--|---------|----------|-------------|---|-----------|
| | 0,1 pCt. + H ₂ O ₂ | | 0,1 pCt. | | 0,25 pCt. + H ₂ O ₂ . | |
| | sauer. | neutr. | 10 Min. | 1½ Stunden. | 10 Min. | 1 Stunde. |
| Staphyloc. pyog. aur. | a | c, b, c | c | | 0 | 0, 0 |
| St. pyog. alb. | c | a, a, 0 | c | | 0, 0 | 0, 0 |
| Diploc. aur. | c | 0, 0 0 | c | | 0 | 0, 0 |
| M. tetrag. | b | 0, 0 0 | e | | 0, 0 | 0, 0 |
| B. pseudopneum. | c | 0, 0 0 | c | | 0 | 0, 0 |
| Proteus vulg. | b | | c | | | |
| B. pyocyan. | c | c, b, c | c | | c, c | 0, 0 |
| B. prodigios. | o | c, 0, c | c | | c, 0 | 0, 0 |
| B. pyog. foetid. | c | 0, 0, 0 | c | | 0, 0 | 0, 0 |
| B. Brieger. | a | 0, 0, 0 | c | | 0, 0 | 0, 0 |
| Sp. choler. | o | 0, 0, 0 | o | | 0, 0 | 0, 0 |
| Sp. Finkler-Prior. | o | | o | | | |
| B. anthrac. | c | a, c, a | c | | c | a, a |
| B. mycoides. | a | c, c, c | c | | c | c, c |
| B. fluoresc. liquef. | c | | c | | | |

T a b e l

| Jodkali: H ₂ O ₂ : | Culturen, gewachsen in Jodkali-Gelatine. $\frac{1}{3}$ Volumen H ₂ O ₂ zugesetzt, nach 5—10 Einwirkung abgeimpft. | | | | | | | | | |
|---|--|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | 0,1 % _v sauer. | 0,1 % _v neutr. | 0,25 % _v sauer. | 0,25 % _v neutr. | 0,5 % _v sauer. | 0,5 % _v neutr. | 1 % _v sauer. | 1 % _v neutr. | 2 % _v neutr. | 3 % _v neutr. |
| | | | | | | | | | | |
| Staphyl. pyog. aur. | o, c | c, c | o | o a | o, o, o, c, c, o, a, c, o, 0, 0, 0 | o | o, o, o | o | ab | ob |
| St. pyog. alb. | c, o | c, c | o | o c | o, o | c | o, o, o | o | ac | ob |
| Diploc. aur. | o, c | o, c | o | o a | o, o | o | o, o, o | o | o | o |
| M. tetrag. | o, o | o c, b | o | o | o, o | o | o, o, o | o | o | ob,? |
| B. pseudopn. | c, o | o | o | o | o, o | o | o, o, o | o | o | o |
| Proteus vulg. | b, c | c, c | c | o | c, c, o, o, o, o, o, o, o, o | o | o, o, o | o | o | o |
| B. pyocyan. | c, c | c, c | o | c | c, c, c, c, c, c, c, c, c | c | c, c, c | c | c | c |
| B. prodigios. | b c | o, c | o | o | o, b, b, o, o, o, c, o o o o | c | o, o, o | o | o | o |
| B. pyog. foetid. | o o | o, o | o | o | o, o | o | o, a, o | e | o | o |
| B. Brieger. | o, c | o, a | o | o | c, o, o, o, o, b, o, o, o, o, o | c | o, o, o | c | b | o |
| Sp. choler. | o, o | o, o | o | o | o, o | o | o, o, o | o | o | o |
| Sp. Finkler- Prior. | o, o | o, o | o | o | o, o | o | o, o, o | o | o | o |
| B. anthrac. | o, o | o, o | c | o | o, o, c, o, c, o, o | o | o, o, o | o | o | o |
| B. mycoides. | c, c | o, c | e | o a | c, c, c, c, c, c, c, o | o | c, b, c | c | o | o |
| B. fluor. liquef. | c, c | o, c | c | o | c, a, c | c | c | c | o | c |

I e III b.

5 Volumen Jodkalilösung, darauf 1 Volumen H₂O₂.

| 0,5 pCt. + H ₂ O ₂ sauer. | | | 0,5 pCt. + H ₂ O ₂ neutr. | | | 1 pCt. + H ₂ O ₂ sauer. | | | 3 pCt. + H ₂ O ₂ sauer. | | |
|---|-----------|-------------|---|-----------|---------|--|-----------|---------|---|-----------|--|
| 10 Min. | 1 Stunde. | 48 Stunden. | 10 Min. | 1 Stunde. | 48 Std. | 10 Min. | 1 Stunde. | 48 Std. | 10 Min. | 1 Stunde. | |
| c | c, o | | b, c | o | | | | | | | |
| o | o, o | | c, c | a, o | | | | | o | | |
| o | o, o, o | | a, c | o, o o | | | | | o | | |
| o | o, o, o | | o, o | o, o o | | | | | o | | |
| o | o, o, o | | o, o | o o o | | | | | o | | |
| o | | | c, o | | | | | | | | |
| o | o, o, o | | c, c | o, o, o | | | | | o | | |
| o | o, o | | c, o | o o | | | | | o | | |
| o | o, o, o | | c, o | o, o, o | | | | | o | | |
| o | o, o | | b, o | o, o, o | | | | | o | | |
| o | o | | o, o | o | | | | | | | |
| o | | | o, o | | | | | | | | |
| o | c, o o | c | c, o | c, c, o | o | | | | o | | |
| o | c a c | c | c, o | c, c, c | c | | | | o | | |
| o | | | c, c | | | | | | | | |

I e III c.

Culturen in Jodkali-Eiweisslösung gewachsen, $\frac{1}{3}$ Volumen H₂O₂ zugesetzt,
nach 5—10 Minuten Einwirkung abgeimpft.

| Eiweiss neutr. | | | Eiweiss neutr. | | | Eiweiss sauer. | | | Eiweiss alkal. | | | Eiweiss neutr. | | |
|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------------|----------------|--|--|
| 0,1 % _o sauer. | 0,25 % _o sauer. | 0,25 % _o neutr. | 0,5 % _o sauer. | 0,5 % _o neutr. | 0,25 % _o sauer. | 0,25 % _o neutr. | 0,25 % _o sauer. | 0,25 % _o neutr. | 0,25 % _o sauer. | 0,25 % _o neutr. | 1 % _o sauer. | | | |
| b | o, o | c | o, o | o | o | o | o | o | c | c | o | | | |
| o | o, o | a | o, o | o | o | o | o | o | c | c | o | | | |
| b | o, c | b | o, a | b | o | o | o | o | c | c | o | | | |
| o | o, o | o | o, o | o | o | o | o | o | o | o | o | | | |
| o | o, o | o | o, o | o | o | o | o | o | o | o | o | | | |
| o | o, o | c | o, o | o | o | o | o | o | c | c | o | | | |
| o | o, o | c | o, c | o | o | o | o | o | c | c | o | | | |
| o | o, o | c | o, o | c | o | c | o | c | c | c | o | | | |
| o | o, c | c | o, o | o | o | o | o | c | c | c | o | | | |
| o | o, c | c | o, o | o | o | o | o | c | c | c | o | | | |
| o | o, o | c | o, o | o | o | o | o | c | c | c | o | | | |
| o | o, o | o | o, o | o | o | o | o | o | o | o | o | | | |
| o | o, c | c | o, o | o | o | o | o | o | c | c | o | | | |
| o | o, o | c | o, o | o | o | o | o | c | c | c | o | | | |
| o | o, o | c | o, o | o | o | o | o | c | c | c | o | | | |
| o | o, o | c | o, o | o | o | o | o | c | c | c | o | | | |
| o | o, o | c | o, o | o | o | o | o | c | c | c | o | | | |
| o | o, o | c | o, o | o | o | o | o | c | c | c | o | | | |
| o | o, o | c | o, o | o | o | o | o | c | c | c | o | | | |
| o | o, o | c | o, o | o | o | o | o | c | c | c | o | | | |
| o | o, o | c | o, o | o | o | o | o | c | c | c | o | | | |
| o | o, o | c | o, o | o | o | o | o | c | c | c | o | | | |

T a b e l l e IV.
Einwirkung von H_2O_2 auf jodoformhaltige Culturen.

| Nährboden. | Versuchsanordnung. | Ab- impfung nach ? Stun- den. | Diplococcus aureus. | | Staphyloco- pyogen. aur. | | Staphyl. pyog. albus. | | B. pyo- cyaneus. | | B. fluoresc. liquefac. | | B. prodigios. | | B. Brieger. | | Dauer der Jodo- formein- wirkung. | | H_2O_2 | | | | |
|---------------------|---|---|------------------------|---------------------------------|-----------------------------|----|--------------------------|----|---------------------|----|---------------------------|----|---------------|----|-------------|----|--|---------|----------|---------|---------|--|--|
| | | | mit Jodoform | 12 Std., dann H_2O_2 sauer | sofort | 0 | c | c | c | c | c | c | c | c | c | c | 12 Std. | sauer | 24 Std. | sauer | | | |
| Gelatine | mit Jodoform | sofort | 0 | c | c | c | c | c | c | c | c | c | c | c | c | c | 12 Std. | sauer | 24 Std. | sauer | | | |
| dito | mit Jodoform 24 Std., dann H_2O_2 sauer | sofort | 0 | a | c | b | c | c | c | c | c | c | c | c | c | c | 24 Std. | sauer | 24 Std. | sauer | | | |
| dito | dito | dito | 18 Std. | 0 | c | c | c | c | c | c | c | c | c | c | c | c | 24 Std. | sauer | 24 Std. | sauer | | | |
| dito | dito | dito | 42 Std. | 0 | c | c | c | c | c | c | c | c | c | c | c | c | 24 Std. | sauer | 24 Std. | sauer | | | |
| neutr. Eiweißlösung | mit Jodoform + H_2O_2 sauer einige Tage gestanden, dann geimpft | 24 Std. | 0 | c | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 24 Std. | sauer | 24 Std. | sauer | | | |
| neutr. Eiweißlösung | mit Jodoform 72 Std., dann H_2O_2 sauer | 10 Min. | a | b | 0 | bc | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 72 Std. | sauer | 72 Std. | sauer | | | |
| dito | mit Jodoform 72 Std., dann H_2O_2 neutr. | dito | a | a | 0 | ac | ac | ac | ac | ac | ac | ac | ac | ac | ac | ac | 0 | 72 Std. | neutral | 72 Std. | neutral | | |
| dito | Zusatz von H_2O_2 neutr. | dito | b | c | c | c | c | c | c | c | c | c | c | c | c | c | 0 | 72 Std. | neutral | 72 Std. | neutral | | |
| Gelatine | sofort nach Jodoform | dito | b | c | c | c | c | c | c | c | c | c | c | c | c | c | 0 | 72 Std. | neutral | 72 Std. | neutral | | |
| Wassergelatine | dito | dito | c | c | c | c | c | c | c | c | c | c | c | c | c | c | 0 | 72 Std. | neutral | 72 Std. | neutral | | |
| Aq. destill. | dito | dito | c | c | c | c | c | c | c | c | c | c | c | c | c | c | 0 | 72 Std. | neutral | 72 Std. | neutral | | |
| neutr. Eiweißlösung | dito | dito | c | c | c | c | c | c | c | c | c | c | c | c | c | c | 0 | 72 Std. | neutral | 72 Std. | neutral | | |
| Gelatine | dito | dito | c | c | c | c | c | c | c | c | c | c | c | c | c | c | 0 | 72 Std. | neutral | 72 Std. | neutral | | |
| Wassergelatine | dito | dito | c | c | c | c | c | c | c | c | c | c | c | c | c | c | 0 | 72 Std. | neutral | 72 Std. | neutral | | |
| Aq. destill. | dito | dito | c | c | c | c | c | c | c | c | c | c | c | c | c | c | 0 | 72 Std. | neutral | 72 Std. | neutral | | |

T a b e l l e VI.
Gelatineculturen mit Jodoform, mit und ohne Lichtabschluss.

* bedeutet Verunreinigung.

T a b e l
Eiweissculturen verschiedener Reaction mit Jodo

| Nährboden. | Versuchsanordnung. | Ab- impfung nach ? Stunden. | Diplococcus aureus. | Staphyloc. pyogen. aur. | Staphy. pyog. albus. | M. tetragenus. |
|------------------------|---|--------------------------------------|------------------------|----------------------------|-------------------------|----------------|
| Neutrale Eiweisslösung | ohne Jodoform, im Licht und im Dunkeln | zu jeder Zeit | c | c | c | c |
| - | mit Jodoform, im Dunkeln | 1—14×24 | c | c | c | c |
| - | mit Jodoform, im Licht | 24 | a | c | c | c |
| - | - | 3×24 | c | c | c | c |
| - | - | 4×24 | a, c | b, c | b, o | o, o |
| - | - | 6×24 | o | o | o | |
| - | - | 7×24 | ? b | ? c | ? c | o |
| - | - | 8×24 | o, ? a | o, ? c | o, o | o |
| - | - | 10×24 | o, o | o, b | o, o | o |
| - | - | 13×24 | o, ? a | o, o | o, o | o, o |
| - | - | 16×24 | o, b | o, o | o, o | o, o |
| - | mit Jodoform im Dunkeln gestanden (und gut gewachsen); an's Licht gebracht | 4×24 | b | c | c | o |
| - | - | 8×24 | ? b | ? c | ? c | o |
| - | - | 13×24 | b | ab | o | o |
| - | - | 17×24 | c | c | o | o |
| - | Gut gewachsene Culturen — mit Jodoform versetzt und täglich etwa 6 Stunden dem Sonnenlicht ausgesetzt | 24 | o, a | b, c | a, c | o, ?? a |
| - | - | 2×24 | o, o | o, o | o, b | o, ? c |
| - | - | 4×24 | o, o | o | o, b | o |
| Alkalische Eiweisslös. | - | 24 | o | b | b | ? b |
| - | - | 2×24 | o | ? c | ? a | o |
| - | - | 4×24 | o | c | o | o |
| Saure Eiweisslösung | - | 24 | c | c | c | b |
| - | - | 2×24 | o | ? ? a | o | ac |
| - | - | 4×24 | o | o | o | o |
| Stärke + neutr. Eiw. | Jüdof. + Jk., Sonne | 24 | o | ? a | o | o |
| - | - | 3×24 | ? ? b | o | o | o |
| - | - | 5×24 | o | c | o | o |
| Stärke + saur. Eiw. | - | 24 | o | b | o | o |
| - | - | 3×24 | o | o | o | o |
| - | - | 5×24 | o | o | o | o |

I e V.

form; mit und ohne Lichtabschluss gewachsen.

T a b e l
Milchculturen mit Jodoform, mit

| Nährboden. | Versuchs-Anordnung. | Ab-impfung nach ? Stunden. | Diplococcus aureus. | Staphylococcus pyogen. aur. | Staphylococcus pyogen. albus. | M. tetragenus. | B. pseudopneumon. | Proteus vulgaris |
|------------|---|----------------------------|---------------------|-----------------------------|-------------------------------|----------------|-------------------|------------------|
| Milch | { ohne Jodoform, im Licht } | 3—16×24 | c | c, c | c | c | c | c |
| - | { mit Jodoform, im Dunkeln } | 2×24 | c, c | c, c | c, a | c | c, a | c, c |
| - | - | 4×24 | ab, c | c, c | c, a | c | c, a | c, c |
| - | - | 7×24 | c, b | c, c | c, c | c, o | c, c | |
| - | - | 9×24 | c | a | c | b | c | |
| - | - | 12×24 | oob | c | ob | c | o, o | |
| - | { mit Jodoform, im Licht } | 2×24 | b, a | c, c | b, c | o, o | c, a | |
| - | - | 3×24 | a | a | b | ? a | o | c |
| - | - | 4×24 | b, oa | c, oa | o, o | o | o, c | c, o |
| - | - | 5×24 | o | o | o | o | o | |
| - | - | 7×24 | o, ob | ? c, oc | o, oo | o | o, o, o | o, oc |
| - | - | 10×24 | o | o | o | o | o | |
| - | { mit Jodoform } | 4×24 ¹⁾ | b, b, a | ac, b, a | ? b, ? c, o | o, o, o | c, ?, c, o | |
| - | { zuerst im Dun- keln, dann in's Licht gestellt } | 8×24 ¹⁾ | o, o, o | o, o, o | o, o, o | o, o, o | o, o, o | |
| - | - | 13×24 ¹⁾ | o, o, o | o, o, o | b, o, o | o, o, o | o, c, o | |
| - | - | 21×24 ¹⁾ | o, o, o | o, o, b ²⁾ | o, o, b ³⁾ | o, o, o | o, o, o | |

¹⁾ Diese Zahlen beziehen sich auf die Dauer der Einwirkung des Lichts.

²⁾ Verunreinigung!

T a b e l
Culturen in Emulsionen mit Jodo

| Nährboden. | Versuchs-Anordnung. | Ab-impfung nach ? Stunden. | Diplococcus aureus. | Staphylococcus pyogen. aur. | Staphylococcus pyogen. albus. | M. tetragenus. |
|----------------------|---------------------|----------------------------|---------------------|-----------------------------|-------------------------------|----------------|
| Emulsion : | ohne Jodoform | bis 17×24 | c | c | c | c |
| Aq. destill. 75,0 | mit Jodoform, Licht | 2×24 | ? c | ? c | ? a | ? b |
| Fleischbrühe 75,0 | - | 7×24 | o | o | o | o |
| Amygdal. exort. 25,0 | - | 11×24 | o | o | o | o |
| | mit Jodoform, Sonne | 24 | b | ? c | o | o |
| | - | 3×24 | o | o | o | o |
| Ol. amygd. 20,0 | ohne Jodoform | - | c | c | c | c |
| Gumm. arab. 10,0 | mit Jodoform, Licht | 2×24 | ? b | ? c | ? c | ? c |
| Fleischbrühe 150,0 | - | 7×24 | o | o | o | o |
| | mit Jodoform, Sonne | 24 | ? b | o | o | ? c |
| | - | 3×24 | o | o | o | o |

^{*}) bedeutet: verunreinigt.

Le VII. und ohne Lichtabschluss.

| B. pyocyaneus. | B. fluoresc. liquefac. | B. prodigios. | B. pyogen. foetidus. | B. Brieger. | B. anthrac. | B. mycoides. | Spir. choleræ. | Spir. Fink- ler-Prior. | Anmerkungen. |
|----------------|---------------------------|---------------|-------------------------|-----------------------|---------------------|--------------|-------------------|---------------------------|---|
| c | c | c | c | c | c | c | c | c | |
| c | c | c | c | c, c | c | c | o, o, o, o | c, c, a | |
| c | c | e | c, c | e, c | o c, a | c | o, o, o | b, o | |
| c | c | c | c, c | b, c | o c, c | c | o, o | o, o | |
| c | b | b | c | b | b | c | o | o | |
| c | c | c | c | o o a | o o c ²⁾ | c | o | o b | |
| c | c | b | c, c | c, b | c, c | c | o | o, o | |
| c | c | a | a | c | c | o | o | o | Eine andre Versuchsreihe, bei welcher die Milch von der Impfung einige Tage mit Jodoform theils im Ofen theils am Licht ge- halten worden war, ergab keinerlei wesentliche Än- derung der Resultate. |
| c | c | c | c, o | o c, c | o b, c | o | o, o | o, o | |
| c | c | o | o | o | o, o c | o | o | o | |
| c | c | o | o, o, o | o, o, o | ? c, o, c | a b | o, o, o | o, o, o | |
| c | c | o | o | o | b | b | o | o | |
| | | | c, o, o | c, c, b ²⁾ | c, c, c | | o, o, o | o, o, o | Culturen von Reihe † nach- träglich in's Licht gestellt. |
| | | | o, o, o | o b, c, b | a, c, ? c | | o, o, o | o, o, o | |
| | | | o, o, o | o, o, o | b, ? c, c | | o, o, o | o, o, o | |
| | | | o, o, o | o, o, b | c, o, c | | o, o, o | o, o, o | |

²⁾ Auch am 31. Tage abgeimpfte Culturen ergaben nach einigen Tagen noch ein Resultat.

form, mit und ohne Lichtabschluss.

T a b e l l

| Nährboden. | Anordnung. | Zahl der Tage bis zur Abimpfung. | Diplococci aureus. | Staphyloc. pyog. aut. | Staphyloc. pyog. albus. | M. tetragenus. | B. pseudopneumon. | Proteus vulgaris. |
|------------------------------------|------------|----------------------------------|--------------------|-----------------------|-------------------------|----------------|-------------------|-------------------|
| | Jodof. | | | | | | | |
| Eiweiss neutral | ohne | Licht | 7 | n | n | n | n | n |
| Dieselbe Serie | mit | Licht | 7 | s 2 | s 2 | s 2 | s 2 | s 2 |
| Dieselbe Serie | ohne | Licht | 20 | s? | s | s? | s | a |
| - | mit | Sonne | 1 | s | s | s? | s | a |
| - | mit | Licht | 11 | s | s | s | s | s |
| - | mit | Licht | 11 | n 1 | s 2 | s 3 | s 3 | s 3 |
| Dieselbe Serie | mit | Ofen | 1 | n 1 | n 1 | n 1 | n 1 | n 2 |
| - | mit | Licht | 14 | n 2 | n 2 | n 2 | n 2 | s |
| - | mit | Licht | 30 | n 2 | s 2 | s 2 | s 2 | s |
| - | mit | Ofen | 12 | n 1 | n 1 | n 1 | n 1 | n 1 |
| Eiweiss Jodkali + Stärke | mit | Dunkel | 9 | n | n | n | n | n |
| Eiweiss Jodkali + Stärke | mit | Sonne | 9 | n 3 | s 3 | s 3 | s 3 | s 3 |
| - | mit | Ofen | 9 | n | n | n | n | n |
| Alkal. Eiweiss | mit | Licht | 7 | a 2 | a 2 | a 2 | a 2 | a 2 |
| Saures Eiweiss | mit | Licht | 7 | s 2 | s 3 | s 2 | s 2 | s 3 |
| Fleischwassergelatine | ohne | Licht | 10 | n a | a | a | a | a |
| - | ohne | Licht | 16 | s a | a | s | a | red. |
| - | mit | Sonne | 1 | s | red. | s | a | red. |
| - | mit | Ofen | 2 | a a | a | a | a | red. |
| - | mit | Ofen | 5 | a 1 | a 2 | a 2 | a 2 | a 2 |
| - | mit | Licht | 10 | s | s | s | s | s |
| + Jodkali $\frac{1}{4}$ pCt. | mit | Licht | 16 | a s | s | s | a | a |
| + Jodkali $\frac{1}{4}$ pCt. | mit | Licht | 32 | a n | s | n | a | a |
| + Jodkali $\frac{1}{4}$ pCt. | ohne | Licht | 21 | a a | a | a | a | a |
| - | mit | Licht | 8 | a a | a | a | a | a |
| + $\frac{1}{2}$ pCt. jodsaur. Kali | ohne | Ofen | 12 | s a | a | s | a | n |
| + 5 pCt. jodsaur. Kali | ohne | Ofen | 40 | a a | a | a | a | a |
| Wassergelatine | ohne | Dunkel | 2 | a a | a | a | a | a |
| - | ohne | Licht | 2 | a a | a | a | a | a |
| - | mit | Dunkel | 2 | a a | a | a | a | n |
| - | mit | Dunkel | 5 | a a | n | a | a | a |
| - | mit | Licht | 2 | a a | a | a | a | n |
| Wassergelatine | mit | Licht | 5 | n n | n | n | 1 | n |
| - | mit | Licht | 9 | n 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| - | mit | Dunkel | 9 | n 1 | 2 | 2 | 1 | 2 |
| Fleischwassergelatine + Stärke | mit | Ofen | 2 | a a | a | a | a | a |
| - | mit | Ofen | 4 | a a | a | a | a | a |
| - | mit | Licht + Sonne | 7 | n n | s s | s s | s s | s s |
| Milch sauer | mit | Dunkel | mehrere Wochen | s 1 | s 1 | s 1 | s 1 | s 1 |
| - | mit | Sonne | - | s 3 | s 3 | s 3 | s 3 | s 3 |
| Emulsion Mandeln | ohne | Licht | 11 Tage | n s | n s | s s | s s | n s |
| - | mit | Licht | 11 - | s 3 | s 3 | s 3 | s 3 | s 3 |
| Emulsion Oel | ohne | - | 11 - | a 3 | a 3 | a 3 | a 3 | a 3 |
| - | mit | - | 11 - | s 3 | s 3 | s 3 | s 3 | s 3 |

Anm. In dieser Tabelle bedeuten die Zahlen 1, 2, 3 die Intensität der Stärke
 ≠ bei Zimmertemperatur.

VIII. Reaction.

reaction (1 am schwächsten), die Buchstaben: n: neutrale, a: alkalische, s: saure Reaction.

T a b e
Einwirkung von mit H beladenen Palladiumblechen auf

| Nährboden. | Versuchs-Anordnung. | Ab- impfung nach ? Stun- den. | Diplococcus aureus. | Staphyloc. pyogen. aur. | Staphyloc. pyog. albus. | M. tetragenus. | B. pseudo- pneumon. | Proteus vulgaris. |
|--------------------------|---------------------|---|--------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------|------------------------|--------------------------|
| Eiweiss neutral | Abimpfung | 3×24 6×24 | a ac | b c | b c | c c | c c | c c |
| Eiweiss alkalisch | | 24 3×24 5×24 | o ac ? | ac ab, ob | o c | c c | c ? | c c |
| Eiweiss sauer | | 24 3×24 6×24 | ? c o ? | c c c | c c c | ? c o ? | ? c o c | c c c |
| Wassergelatine | | 24 3×24 8×24 | a ? a ? | c c o | c c ? | b ? | c c c | c c c |
| Aq. destillat. | | 3×24 | | | | | | |
| | | | | | | | | Rea |
| Eiweiss neutral | | 24 5×24 | n n | n n | n n | n n | n n | n n |
| Eiweiss alkalisch | | 5×24 | a | a | a | a | a | a |
| Eiweiss sauer. | | 24 5×24 | s n | s n, n | s n | s n | s n | s n, n |
| Wassergelatine alkalisch | | 5×24 | a | a, a | a | a | a | a, a |
| | | | | | | | | Stärk |
| Eiweiss neutral | | 24 2×24 3×24 4×24 7×24 | b c a c b, a | a b b c a | b ? ? | b b c b | b a a a | b c a c b, b |
| Eiweiss alkalisch | | 24 3×24 7×24 | o a a | b b b | b b c | o c c | a b a | b b c |
| Eiweiss sauer | | 24 3×24 7×24 | a a a | a a b | b a c | a a a | a a a | a a a |
| Wassergelatine | | 24 7×24 | b c | b c | b b | b b | b a | a a b |

Le IX.

gut gewachsene und mit Jodoform versetzte Culturen.

| | B. pyocyanous. | B. fluoresc. liquefac. | B. prodigios. | B. pyogen. foetidus. | B. Brieger. | B. anthrac. | B. mycoides. | Spir. cholerae. | Spir. Finkler- Prior. | An- merkungen. |
|-------|----------------|---------------------------|---------------|-------------------------|-------------|-------------|--------------|-----------------|--------------------------|---|
| c | c | c | c | c | c | c | c | c | c | |
| b | | c | c | c | c | b, b | c | c | c | |
| c | | c | c | c | c | c | c | c | c | |
| ? c | | ? c | ? c | ? c | c | c | c | c | o | Resultate der Control- abimpfungen. |
| c | c | c | c | c | c | c | c | c | o | |
| c | c | c | c | c | c | c | c | c | o | |
| tion. | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|--------|------|------|------|------|------|-----------|
| n | n | n | n | n | n | n | n | n | n | |
| n | n | a | a | a | a | a | a | a | a | |
| a | a | s | s | fast n | s | s | s | s | s | |
| s | s | s | s | n, n | n, n | n, n | n, n | n, n | n, n | |
| n | n | n | n | a, a | a, a | a, a | a, a | a, a | a, a | |
| a | a | a | a | a, a | a, a | a, a | a, a | a, a | a, a | Reaction. |

reaction.

| | | | | | | | | | | |
|----|--|---|---|---|---|------|----|----|----|--------------------------|
| b | | b | b | a | a | b | b | b | b | |
| a | | a | a | a | b | a | a | a | a | |
| b | | b | b | b | b | a, b | b | c | b | |
| o | | b | b | b | b | o | a | o | o | Jod-Stärke- reaction. |
| a? | | c | b | c | c | c | a | a | a | |
| a | | c | c | c | b | b | a | a | a | |
| a | | a | a | a | a | a | a | a | a | |
| a? | | a | a | a | b | b | a? | a? | a? | |
| b | | a | a | b | b | b | b | b | b | |
| a | | a | a | a | a | a | a | a | a | |
| a | | a | a | c | a | a | a | c | c | |

a = schwach.
b = stark.