

[Aus dem hygienischen Institut zu Berlin.]

Ueber die Leistungsfähigkeit mehrerer chemischer Desinfectionsmittel bei einigen für den Menschen pathogenen Bakterien.

Von

Dr. **Oscar Boer**
in Berlin.

Die Zahl der antiseptisch und desinficirend wirksamen Mittel ist eine überaus grosse, selbst wenn nur diejenigen ausgewählt werden, welche in der Desinfectionspraxis, in der Wundbehandlung und in der Behandlung von Allgemeinerkrankungen eine Rolle spielen oder gespielt haben.

Von den verschiedenen Gruppen, die sich unter den vielen einzelnen Mitteln unterscheiden lassen, habe ich einige in meine Untersuchung gar nicht hineingezogen; so z. B. habe ich gar nicht berücksichtigt die in gasförmigem Zustande wirksamen; z. B. schweflige Säure, Chlor, Brom, Jod; ferner nicht die ätherischen Oele.

Endlich haben alle diejenigen Körper, welche in Folge ihrer Unlöslichkeit oder Schwerlöslichkeit in Wasser einer zahlenmässigen Bestimmung ihres antiseptischen und desinficirenden Werthes Schwierigkeiten in den Weg legen, keine Berücksichtigung gefunden.

Von den übrigen Gruppen, die man innerhalb der Zahl der Desinfectionsmittel unterscheiden kann, untersuchte ich als Repräsentanten der Säuren Salzsäure und Schwefelsäure; — als Repräsentanten der Alkalien Natronlauge und Ammoniak; von Metallsalzen Quecksilberoxycyanid, Aurnatriumchlorid und Silbernitrat und ausserdem arsenigsaures Natron; — aus der Gruppe der aromatischen Körper die Carbolsäure, das Creolin,

das Lysol; dann einen Farbstoff, das Malachitgrün, dessen hoher antiseptischer Werth im hiesigen Institut vor mehreren Jahren von Herrn Geheimrath Koch festgestellt und vor einem Jahr von Behring¹ mitgetheilt wurde. — Das Pyoktanin, ein Methylviolett, welches sich in der Wirksamkeit identisch mit dem früher im hygienischen Institut untersuchten Methylviolett (5B, Nr. 182) erwies und — wie aus den Tabellen leicht erkannt werden kann — weniger leistungsfähig ist als Malachitgrün, wurde mit Rücksicht auf die neuerdings erfolgte Publikation von Prof. Stilling² einer erneuten Untersuchung unterzogen.

Die Prüfung der eben genannten Mittel geschah nach einem einheitlichen Plane, für dessen Aufstellung die Erfahrungen massgebend waren, welche bei früheren Untersuchungen im hiesigen hygienischen Institute gemacht worden sind.

Vor Beginn der Arbeit und während derselben habe ich den Untersuchungsplan gemeinschaftlich mit Hrn. Stabsarzt Behring besprochen, von welchem ich auch orientirende Angaben über den antiseptischen Werth der einzelnen Mittel erhalten habe.

Was im Folgenden gebracht wird, ist keineswegs eine erschöpfende Desinfectionsprüfung dieser Mittel; aber eben dieselben werden noch nach anderen als den von mir berücksichtigten Gesichtspunkten im hiesigen Institut studirt, und so lässt sich erwarten, dass durch gemeinsame und sich ergänzende Arbeit allmählich ein übersichtliches Bild darüber gewonnen wird, was wir im gegebenen Falle zur Verhütung und Beseitigung der Infectionsgefahr mit chemischen Präparaten erreichen können.

Denn darüber dürfen wir uns keinen Illusionen hingeben, wie lückenhaft in dieser Richtung unsere Kenntnisse noch sind.

Bei vielen wichtigen chemischen Präparaten fehlen methodische Prüfungen noch ganz; bei anderen sind zwar Mittheilungen über den Desinfectionswerth vorhanden, aber die Zahlenangaben können nicht für die Praxis verworthen werden, weil bei der Prüfung den Verhältnissen, wie sie in der Wirklichkeit vorliegen, nicht genügend Rechnung getragen wurde.

¹ Behring zählt in *dieser Zeitschrift*, Bd. VII, S. 173, mehrere antiseptisch wirksame Farbstoffe: Safranin, Methylviolett, Cyanin, Malachitgrün auf. — In der *Deutsche medicinische Wochenschrift*, 1889, Nr. 41—43, stehen in der Schlussstabelle die Anilinfarbstoffe Cyanin und Malachitgrün als wirksamste milzbrandfeindliche Mittel obenan.

² Stilling, *Anilinfarbstoffe als Antiseptica und ihre Anwendung f. d. Praxis*. Strassburg 1890.

Die Zahlen, welche den entwicklungshemmenden und desinficirenden Werth eines Präparates angeben sollen, haben überhaupt sehr wenig Werth, wenn nicht genau gesagt wird, unter welchen Bedingungen die Prüfung angestellt wurde. Wie dieselbe auszuführen ist, hängt von dem Zweck ab, den die Untersuchung verfolgt.

Mein Hauptinteresse concentrirte sich auf die Frage, wie sich gegenüber den zur Untersuchung gewählten Präparaten die für uns wichtigsten Bakterien, nämlich die für den Menschen pathogenen, verhalten. Von denselben untersuchte ich:

Diphtherie-, Typhus-, Cholera-, Rotz- und Milzbrandbakterien.

Alle, mit Ausnahme der Milzbrandbacillen, bilden keine Sporen;¹ aber auch die Milzbrandbacillen habe ich nur in sporenfreiem Zustande untersucht, indem ich asporogenen Milzbrand oder frisches Milzbrandblut zur Impfung wählte.

Um ein den Körperflüssigkeiten ähnliches Nährsubstrat zu bekommen, wurde zuerst Rinderblutserum genommen. Jedoch musste dieses Medium verlassen werden, weil Rotz- und Cholerabakterien darin gar nicht oder schlecht wuchsen. Um einen flüssigen Nährboden zu erhalten, in welchem alle fünf genannten Bakterienarten gut gedeihen, wurde darauf Glycerinbouillon versucht; jedoch stellte sich bald der Uebelstand heraus, dass in derselben überall eine starke Säurebildung statt hatte, selbst bei den Bakterien, die sonst als Alkalibildner bekannt sind, wie die Cholerabakterien.

Ich ging dann zur gewöhnlichen Bouillon über und fand, dass auch Diphtherie- und Rotzbakterien darin bei Brüttemperatur gut wuchsen, wenn die Reaction der Bouillon schwach alkalisch gewählt wurde (6 bis 8^{cem} Normallauge pro Liter Bouillon).

Die Untersuchung der Leistungsfähigkeit der oben erwähnten Präparate, nämlich: Salzsäure, Natronlauge, Schwefelsäure, Ammoniak, Quecksilberoxycyanid, Goldchlorid, Silbernitrat, arsenigsaures Natron, Carbol-säure, Creolin, Lysol, Malachitgrün, Methylviolett, gegenüber Milzbrand-, Typhus-, Diphtherie- Rotzbacillen und Cholerabakterien geschah also in gewöhnlicher mit Pepton und Kochsalz zubereiteter Rinderbouillon von schwach alkalischer Reaction.

Was die Versuchsergebnisse betrifft, so sind dieselben in der Tab. I übersichtlich zusammengestellt. Diese Tabelle enthält für jede Bakterienart und für jedes Mittel drei verschiedene Colonnen: *a*, *b*, *c*. Colonne *a* giebt die Zahlen für die Entwicklungshemmung, *b* und *c* für die Ab-

¹ Auch bei den Rotzbacillen vermisste ich in meinen zahlreichen Versuchen die Sporenbildung stets.

Tabelle

	Asporogene Milzbrandbacillen			Diphtheriebacillen		
	Entwicke-	Abtödtung nach 2 Std.		Entwicke-	Abtödtung nach 2 Std.	
	lungs- hemmung	frisch ge- impfte Cult.	24 Std. alte Cultur	lungs- hemmung	frisch ge- impfte Cult.	24 Std. alte Cultur
	a.	b.	c.	a.	b.	c.
Salzsäure	1:3400	1:1600	1:1100	1:3400	1:1600	1:700
Schwefelsäure	1:2550	1:1700	1:1300	1:2050	1:1200	1:500
Natronlauge	1:650	1:450	1:450	1:650	1:350	1:300
Ammoniak	1:650	1:650	1:300	1:1000	1:550	1:250
Quecksilberoxycyanid .	1:80000	1:70000	1:40000	1:80000	1:60000	1:40000
Auronatriumchlorid .	1:40000	1:10000	1:8000	1:40000	1:5000	1:1000
Silbernitrat	1:60000	1:30000	1:20000	1:60000	1:10000	1:2500
Arsenigsäures Natron .	1:8000	1:500	1:250	1:10000	1:1000	1:500
Malachitgrün	1:120000	1:40000	1:40000	1:40000	1:25000	1:8000
Methylviolett	1:70000	1:25000	1:5000	1:10000	1:3000	1:2000
Carbolsäure	1:750	1:500	1:300	1:500	1:400	1:300
Creolin			1:5000			1:2000
Lysol			1:1000			1:800

Tabelle

	Milzbrandbacillen			Diphtheriebacillen		
	1.	2.	3.	1.	2.	3.
	Entwickelungs- hemmung trat ein bei einem Verhältnis von	Entwickelungs- hemmung trat ein bei einem Procentgehalt von	Normalmenge bez. Normalanzu- satz in 1 Liter Bouillon, welcher z. Entwickelungs- hemm. ausreicht	Entwickelungs- hemmung trat ein bei einem Verhältnis von	Entwickelungs- hemmung trat ein bei einem Procentgehalt von	Normalmenge bez. Normalanzu- satz in 1 Liter Bouillon, welcher z. Entwickelungs- hemm. ausreicht
Salzsäure	1:3425	0.03	8	1:3400	0.03	8
Schwefelsäure	1:2550	0.04	8	1:2050	0.05	10
Natronlauge	1:650	0.16	40	1:650	0.16	40
Ammoniak	1:650	0.15	90	1:1000	0.1	60

tödtung. Die entwicklungshemmende Wirkung wurde genau nach der von Behring¹ beschriebenen Methode geprüft. Aber die durch diese Untersuchung im hängenden Tropfen gewonnenen Resultate wurden stets auch durch Untersuchung in grösseren Flüssigkeitsmengen controlirt. Die Resultate wurden übrigens gut übereinstimmend gefunden.

Die in der Tabelle I, Col. a, für die Entwicklungshemmung gefundenen Zahlen geben also an, in welchem Quantum Bouillon 1 grm des zu

¹ *Deutsche medicinische Wochenschrift*. 1889.

I.

Rotzbacillen			Typhusbacillen			Cholera-bacterien		
Entwickelungs- hemmung	Abtödt. nach 2 Std. frisch ge- impf. Cult.	24 St. alte Cultur	Entwickelungs- hemmung	Abtödt. nach 2 Std. frisch ge- impf. Cult.	24 St. alte Cultur	Entwickelungs- hemmung	Abtödt. nach 2 Std. frisch ge- impf. Cult.	24 St. alte Cultur
a.	b.	c.	a.	b.	c.	a.	b.	c.
1:700	1:300	1:200	1:2100	1:900	1:300	1:5500	1:1850	1:1350
1:750	1:250	1:200	1:1550	1:500	1:500	1:7000	1:1800	1:1300
1:830	1:250	1:150	1:350	1:250	1:190	1:350	1:225	1:150
1:850	1:350	1:250	1:650	1:250	1:200	1:550	1:350	1:350
1:60000	1:50000	1:30000	1:60000	1:50000	1:30000	1:90000	1:80000	1:60000
1:15000	1:1000	1:400	1:20000	1:800	1:500	1:25000	1:1500	1:1000
1:75000	1:15000	1:4000	1:50000	1:4000	1:4000	1:50000	1:20000	1:4000
1:6000	1:300	1:250	1:6000	1:300	1:250	1:8000	1:450	1:400
1:5000	1:300	1:300	1:5000	1:500	1:300	1:100000	1:25000	1:5000
1:2500	1:200	1:150	1:2500	1:200	1:150	1:30000	1:3000	1:1000
1:500	1:400	1:300	1:400	1:300	1:200	1:600	1:500	1:400
		1:300			1:250			1:3000
		1:800			1:250			1:500

Ia.

Rotzbacillen			Typhusbacillen			Cholera-bacterien		
1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.
Entwickelungs- hemmung trat ein bei einem Verhältnis von	Entwickelungs- hemmung trat ein bei einem Procentgehalt von	Normalmenge bez. Normalsäuresatz in 1 Liter Bouillon, welcher z. Entwicklung hemmg. ausreicht	Entwickelungs- hemmung trat ein bei einem Verhältnis von	Entwickelungs- hemmung trat ein bei einem Procentgehalt von	Normalmenge bez. Normalsäuresatz in 1 Liter Bouillon, welcher z. Entwicklung hemmg. ausreicht	Entwickelungs- hemmung trat ein bei einem Verhältnis von	Entwickelungs- hemmung trat ein bei einem Procentgehalt von	Normalmenge bez. Normalsäuresatz in 1 Liter Bouillon, welcher z. Entwicklung hemmg. ausreicht
1:700	0·15	40	1:2100	0·05	13	1:5500	0·02	5
1:700	0·15	30	1:1550	0·06	13	1:7000	0·015	3
1:350	0·3	70	1:350	0·3	70	1:350	0·3	70
1:850	0·12	70	1:650	0·15	90	1:550	0·18	110

prüfenden Präparates bei 2 tägiger Beobachtung im Brutschrank die Vermehrung der einzelnen Bacterien eben noch gehindert hat. Für die Alkalien und Säuren (Tabelle Ia) sind ausserdem aber noch zwei andere Berechnungen ausgeführt, welche in derselben Weise, wie in der Arbeit von v. Lingelsheim¹ geschehen ist, zeigen, wie viel Procent des Mittels zur Entwicklungshemmung genügen (Col. 2) und wie viel Cubikcentimeter

¹ v. Lingelsheim, Ueber die milzbrandfeindlichen Wirkungen von Säuren und Alkalien im Blutserum. Beitr. z. Aetiologie d. Milzbrandes. *Diese Zeitschr.* Bd. VIII.

Tabelle Ib. Vergleichung der Abtödtung bei zweistündiger Einwirkung auf Normalsäure und Normal-

	Milzbrandbacillen		Diphtheriebacillen	
	Abtödtung trat ein bei einem Procentgehalt von	Normalsäure bez. Normal-laugezusatz in 1 Lit. Bouillon, der z. Abtödt. ausreicht	Abtödtung trat ein bei einem Procentgehalt von	Normalsäure bez. Normal-laugezusatz in 1 Lit. Bouillon, der z. Abtödt. ausreicht
Frisch geimpfte Culturen Normalsalzsäure	0·06	17	0·06	17
24 Stunden gewachs. Culturen	0·09	25	0·15	42
Frisch geimpfte Culturen Normalschwefelsäure	0·06	12	0·08	17
24 Stunden gewachs. Culturen	0·03	15	0·20	42
Frisch geimpfte Culturen Normalnatronlauge	0·23	58	0·30	75
24 Stunden gewachs. Culturen	0·23	58	0·35	88
Frisch geimpfte Culturen Normalammoniak	0·15	90	0·18	110
24 Stunden gewachs. Culturen	0·32	190	0·44	260

Tabelle II. Abtötungsversuche in neutraler Bouillon und bei frisch-

	Milzbrandbacillen		Diphtheriebacillen	
	2 Stunden	24 Stunden	2 Stunden	24 Stunden
Salzsäure	0·03	0·03	0·07	0·07
Schwefelsäure	0·05	0·03	0·1	0·1
Natronlauge	0·24	0·20	0·32	0·28

Normallauge, bez. Normalsäure nothwendig sind, um in 1 Liter Bouillon die Entwicklung zu hemmen (Col. 3).

Was nun die Zahlen betrifft, die in Tabelle I, Col. *b* und *c* die Abtödtung angeben, so hatte sich durch Vorversuche ergeben, dass es nicht gleichgültig ist, ob viele Bakterien oder wenige abzutöden sind. Aus diesem Grunde wurde einerseits Bouillon in Reagensgläschen (5^{cem}) frisch geimpft. Die Anzahl der Bakterien betrug dann beispielsweise für Typhusbacillen, wenn in 5^{cem} Bouillon mit einer Platinnadel höchstens eine Menge von Hirsekorngrösse aus einer Agarcultur vertheilt wurde, pro 1^{cem} = ca. 36 Millionen, wie durch das Plattenverfahren festgestellt wurde. Lässt man 24 Stunden eine solche Cultur im Brutschrank wachsen, so ist die Zahl der Bakterien in 1^{cem} selbstverständlich viel grösser, sie beträgt ungefähr das 50- bis 100-fache.

24 Stunden alte und auf frische Culturen, ausgedrückt in Cubikcentimeter lauge und in Procenten.

Rotzbacillen		Typhusbacillen		Cholerabacterien	
Abtödtung trat ein bei einem Procentgehalt von	Normalsäure bez. Normal-laugezusatz in 1 Lit. Bouillon, der z. Abtödt. ausreicht	Abtödtung trat ein bei einem Procentgehalt von	Normalsäure bez. Normal-laugezusatz in 1 Lit. Bouillon, der z. Abtödt. ausreicht	Abtödtung trat ein bei einem Procentgehalt von	Normalsäure bez. Normal-laugezusatz in 1 Lit. Bouillon, der z. Abtödt. ausreicht
0·34	92	0·11	30	0·055	15
0·52	142	0·34	92	0·07	20
0·45	92	0·2	40	0·06	12
0·54	110	0·20	42	0·08	15
0·36	90	0·36	90	0·44	110
0·64	160	0·52	130	0·64	160
0·27	160	0·44	260	0·27	160
0·44	260	0·51	300	0·27	160

geimpften Culturen. Die Abtödtung trat ein bei einem Procentgehalt von:

Rotzbacillen		Typhusbacillen		Cholerabacterien	
2 Stunden	24 Stunden	2 Stunden	24 Stunden	2 Stunden	24 Stunden
0·21	0·21	0·11	0·09	0·03	0·02
0·3	0·3	0·2	0·12	0·04	0·03
0·28	0·3	0·24	0·24	0·24	0·22

Tabelle IIa.

Frisch geimpfte neutrale Bouillon. Prüfung der Lebensfähigkeit in neutraler Bouillon. Die Abtödtung trat ein bei einem Procentgehalt von:

	Typhusbacterien		Cholerabacterien	
	2 Stunden	24 Stunden	2 Stunden	24 Stunden
Salzsäure	0·07	0·07	0·02	0·01
Schwefelsäure	0·12	0·09	0·02	0·01

Tabelle III. Vergleichung der Abtödtung bei 2 stündiger

	Milzbrandbacillen		Diphtheriebacillen	
	2 Stunden	24 Stunden	2 Stunden	24 Stunden
Salzsäure	1:1600	1:1600	1:1600	1:1600
Schwefelsäure	1:1700	1:2000	1:1200	1:1700
Natronlauge	1:450	1:450	1:350	1:350
Ammoniak	1:650	1:650	1:550	1:600
Quecksilberoxycyanid	1:70000	1:70000	1:60000	1:60000
Auronatriumchlorid	1:10000	1:10000	1:5000	1:5000
Silbernitrat	1:33000	1:33000	1:10000	1:20000
Arsenigsaures Natron	1:500	1:500	1:1000	1:1000
Malachitgrün	1:40000	1:50000	1:25000	1:30000
Methylviolett	1:25000	1:25000	1:3000	1:5000
Carbolsäure	1:500	1:500	1:400	1:400

Tabelle IV. Vergleichung der Abtödtung bei 2 stündiger und bei

Salzsäure	1:1100	1:1100	1:700	1:700
Schwefelsäure	1:1300	1:1700	1:500	1:650
Natronlauge	1:450	1:450	1:300	1:300
Ammoniak	1:300	1:350	1:250	1:350
Quecksilberoxycyanid	1:40000	1:50000	1:40000	1:40000
Auronatriumchlorid	1:8000	1:10000	1:1000	1:1000
Silbernitrat	1:20000	1:33000	1:2500	1:6000
Arsenigsaures Natron	1:250	1:250	1:500	1:800
Malachitgrün	1:40000	1:50000	1:8000	1:10000
Methylviolett	1:5000	1:10000	1:2000	1:3000
Carbolsäure	1:300	1:400	1:300	1:400
Creolin	1:5000	1:7000	1:2000	1:5000
Lysol	1:1000	1:2500	1:800	1:2500

Es kam dabei zum Ausdruck, dass grössere Mengen der verschiedenen Mittel nothwendig waren, um in 24 Stunden gewachsenen Culturen die Abtödtung zu bewirken, als in frisch geimpften.

Indessen ist das Verhalten bei den einzelnen Mitteln nicht das gleiche.

Während z. B. das Silbernitrat bei frisch geimpften Milzbrandbacillen in einer Verdünnung von 1:30000 und bei 24 Stunden alten Culturen bei 1:20000 nach zweistündigem Aufenthalt im Brutschrank die Abtödtung bewirkt, so zeigt dieses selbige Mittel dem Typhus gegenüber keinen Unterschied, ob es bei frisch geimpften oder bereits 24 Stunden gewachsenen Culturen angewendet wird. In beiden Fällen erfolgt die Abtödtung nach zweistündigem Aufenthalt im Brutschrank bei einer Verdünnung von 1:4000.

und bei 24stündiger Einwirkung auf frisch geimpfte Culturen.

Rotzbacillen		Typhusbacillen		Cholerabacterien	
2 Stunden	24 Stunden	2 Stunden	24 Stunden	2 Stunden	24 Stunden
1 : 300	1 : 300	1 : 900	1 : 900	1 : 1850	1 : 1850
1 : 250	1 : 300	1 : 500	1 : 500	1 : 1800	1 : 2500
1 : 250	1 : 250	1 : 250	1 : 300	1 : 225	1 : 250
1 : 350	1 : 450	1 : 250	1 : 300	1 : 350	1 : 450
1 : 50000	1 : 50000	1 : 50000	1 : 50000	1 : 80000	1 : 80000
1 : 1000	1 : 1000	1 : 800	1 : 1000	1 : 1500	1 : 2000
1 : 15000	1 : 15000	1 : 4000	1 : 10000	1 : 20000	1 : 25000
1 : 300	1 : 500	1 : 300	1 : 300	1 : 450	1 : 600
1 : 300	1 : 300	1 : 500	1 : 500	1 : 25000	1 : 25000
1 : 200	1 : 200	1 : 200	1 : 200	1 : 3000	1 : 3000
1 : 400	1 : 400	1 : 300	1 : 300	1 : 500	1 : 500

24stündiger Einwirkung auf 24 Stunden gewachsene Culturen.

1 : 200	1 : 200	1 : 300	1 : 300	1 : 1350	1 : 1850
1 : 200	1 : 250	1 : 500	1 : 650	1 : 1300	1 : 1700
1 : 150	1 : 150	1 : 190	1 : 225	1 : 150	1 : 150
1 : 250	1 : 350	1 : 200	1 : 300	1 : 350	1 : 350
1 : 30000	1 : 40000	1 : 30000	1 : 40000	1 : 60000	1 : 60000
1 : 400	1 : 500	1 : 500	1 : 500	1 : 1000	1 : 2000
1 : 4000	1 : 10000	1 : 4000	1 : 5000	1 : 4000	1 : 20000
1 : 250	1 : 250	1 : 250	1 : 250	1 : 400	1 : 500
1 : 300	1 : 300	1 : 300	1 : 300	1 : 5000	1 : 10000
1 : 150	1 : 200	1 : 150	1 : 200	1 : 1000	1 : 1000
1 : 300	1 : 300	1 : 200	1 : 300	1 : 400	1 : 500
1 : 300	1 : 500	1 : 250	1 : 400	1 : 300	1 : 6000
1 : 800	1 : 2000	1 : 250	1 : 500	1 : 500	1 : 500

Auffälligere Unterschiede treten beim Aurnatriumchlorid hervor.
Dieses Mittel wirkt gegenüber Diphtheriebacillen abtödtend:

bei fr. Culturen 1 : 5000,

„ 24std. „ 1 : 1000,

während die Entwicklungshemmung bereits bei 1 : 40000 eintritt.

Bei den Cholerabacterien ist die Wirkung dieses Mittels gegenüber frischen und reichlich gewachsenen Culturen eine fast gleiche, für erstere 1 : 1500, für letztere 1 : 1000.

Ähnlich verhält es sich bei den Typhusbacillen (1 : 800 und 1 : 500), Milzbrand (1 : 10000 und 1 : 8000) u. s. w. u. s. w.

Ein weiteres zu beachtendes Moment betraf die Berücksichtigung der Temperatur, bei welcher die Einwirkung der Mittel stattfindet. Um

die Versuchsbedingungen gleichmässig zu gestalten, habe ich stets die mit den Desinfectionsmitteln versetzten Bouillonculturen in den Brüt-schrank gestellt, so dass dieselben bei ca. 37° auf die Bakterien einwirkten.

Was die Wirkungsdauer betrifft, welche bekanntlich den Desinfectionswerth sehr erheblich beeinflusst, so habe ich in einer Reihe von Versuchen die Mittel zwei Stunden lang, in einer anderen 24 Stunden lang einwirken lassen. Tabelle III und IV geben darüber Aufschluss, welche Unterschiede hierdurch bedingt werden.

Bei den frisch angelegten Culturen sind die Unterschiede meist keine erheblichen; ja bei vielen Mitteln sind überhaupt keine Unterschiede wahrzunehmen.

Während aber z. B. die Salzsäure (Tab. III) keine Differenzen erkennen lässt, so ist bei der Schwefelsäure das Verhalten nicht dasselbe.

Milzbrandbakterien: 2 Stunden 1 : 1700, 24 Stunden 1 : 2000,

Diphtheriebakterien: 2 „ 1 : 1200, 24 „ 1 : 1700,

Cholera-bakterien 2 „ 1 : 1800, 24 „ 1 : 2500.

Grösser ist die Verschiedenheit der Zahlenwerthe bei reichlich gewachsenen Culturen. So ist Silbernitrat gegenüber Typhus nach 2 Stunden bei 1 : 4000, nach 24 Stunden bei 1 : 10000; gegenüber Cholera nach 2 Stunden bei 1 : 20000; nach 24 Stunden bei 1 : 25000 wirksam.

Aus dem Gesamtergebniss lässt sich ersehen, dass die Differenzen nicht so bedeutend sind, und in der Haupttabelle I wurden daher nur die wichtigsten Zahlen registrirt, nämlich die zweistündige Einwirkung auf frisch geimpfte und reichlich gewachsene Culturen.

Die von mir gefundenen und in den Tabellen verzeichneten Werthe haben nur für diejenigen Untersuchungsbedingungen Geltung, die ich oben näher beschrieben habe.

Schon eine geringe Aenderung in der Reaction der Bouillon kann auf das Resultat einen wesentlichen Einfluss ausüben, wie beispielsweise die Tabelle II zeigt, aus welcher die Wirkung der Salzsäure, Schwefelsäure und Natronlauge bei genau neutraler Reaction auf Entwicklung und Lebensfähigkeit der Bakterien zu erkennen ist. Eine solche Bouillon ist an sich schon für manche Bakterien, namentlich für die Kommabacillen der Cholera, ein wenig günstiges Medium, und es war daher nicht unerwartet, dass unter solchen Umständen der Wirkungswerth der Desinfectantien in derselben viel grösser wird als in alkalischer Bouillon; aber es war doch überraschend, wie gross die Unterschiede thatsächlich ausfielen.

Hatte ich eine Bouillon mit einer Alkalescentz = 8^{cem} Normallauge pro ein Liter mit Cholera-bakterien geimpft, so brauchte ich, um dieselben durch Zusatz von Salzsäure abzutöden, 23^{cem} Normalsalzsäure pro Liter,

also nach Abzug der 8^{cem} Normallauge, welche erst neutralisirt werden mussten, 15^{cem} Normalsalzsäure = 0.055 Proc. (Tab. Ib); für neutrale Bouillon dagegen genügte hierzu ein Zusatz von 0.03 Procent, also ungefähr die Hälfte Salzsäure; und was ganz besonders bemerkenswerth ist, auch von der Natronlauge bedurfte es nur etwa der Hälfte, um die gleiche Wirkung in der neutralen Bouillon zu erzielen wie in der alkalischen.

Aehnlich, wenngleich nicht in so ausgesprochenem Maasse, liegt die Sache bei den Milzbrandbacillen und bei den Rotzbacillen.

Dagegen war es bei den Typhusbacillen ganz gleichgültig, ob ich sie in neutraler oder alkalischer Bouillon untersuchte.

Bei den Diphtheriebacillen endlich liegt die Sache umgekehrt: in neutraler Bouillon bedurfte es sogar eines etwas grösseren Zusatzes der Desinfectionsmittel, um dieselben abzutödteten, als in alkalischer.

Es liegt auf der Hand, dass derartige Beobachtungen gerade für die praktischen Desinfectionszwecke von Wichtigkeit sind; denn erst dann darf auf eine sichere Desinfection durch ein Mittel gerechnet werden, wenn es auch unter denjenigen Bedingungen sich leistungsfähig erweist, wo die Bakterien am schwersten zu vernichten sind. Hier sehen wir nun, dass die einen Bakterien bei alkalischer, die anderen bei neutraler Reaction des Mediums, in welchem sie sich befinden, widerstandsfähiger sind; und so wird es vielleicht auch Mikroorganismen geben, die in saurem Nährsubstrat am widerstandsfähigsten sind.

Ich mache endlich noch auf die Tab. IIa aufmerksam, aus welcher zu ersehen ist, wie viel auf die Beschaffenheit des Nährbodens ankommt, in welchem die Lebensfähigkeit, also die gelungene oder misslungene Desinfection geprüft wird.

Culturproben aus neutraler Bouillon, die mit Salzsäure u. s. w. versetzt war, zeigten sich in alkalischer Bouillon nicht mehr lebensfähig, wenn der Salzsäurezusatz 0.03 Procent bei den Kommabacillen und 0.11 Procent bei den Typhusbacillen betragen hatte; ebensolche Culturproben brachte ich nun in neutrale Bouillon, in welcher normale Kommabacillen und Typhusbacillen sich ganz reichlich vermehrten; aber aus diesen zweifellos noch lebensfähigen Proben bekam ich in der neutralen Bouillon keine Culturen, und bei genauerer Prüfung zeigte sich, dass die scheinbar abtödtende Minimaldosis, wenn zur Feststellung der Lebensfähigkeit neutrale Bouillon gewählt wurde, nicht mehr 0.03 bzw. 0.11 Procent, sondern 0.02 bzw. 0.07 Procent betrug.

Wenn nun Jemand die Prüfung der desinficirenden Wirkung der Salzsäure gegenüber den Kommabacillen in neutraler Bouillon vornimmt und weiterhin auch die Feststellung der gelungenen Desinfection in einer

solchen ausführt, so bekommt er an Stelle des Werthes, den ich in Tab. I und Ib anführe, und den ich für den richtigen halte, nämlich 0.055 Proc. oder 1 : 1850, einen fast um's Dreifache kleineren (0.02 Proc.).

Man wird es nach diesen Vorbemerkungen begreiflich finden, dass ich den ursprünglich unternommenen Versuch, die von mir gefundenen Werthe mit den von anderen Autoren angegebenen zu vergleichen und den Ursachen nachzugehen für die thatsächlich überaus grossen Differenzen in den Angaben, bald aufgegeben habe.

Wenn nicht ganz genau gesagt wird, in welchem Medium und bei welcher Reaction desselben, bei welcher Temperatur, ob an alten oder frischen Culturen, ob bei reichlich oder spärlich vorhandenen Bacterien die Prüfung vorgenommen wurde, vor Allem aber auch, in welcher Weise die gelungene Desinfection festgestellt wurde, dann ist es ein vergebliches Unternehmen, die Zahlenwerthe verschiedener Experimentatoren mit einander in Einklang zu bringen.

In dieser Richtung zeichnet sich jedoch eine von Kitasato im hiesigen hygienischen Institut¹ ausgeführte Arbeit vortheilhaft aus. Derselbe untersuchte den entwicklungshemmenden und desinficirenden Werth von Säuren und Alkalien und stellte am Schluss der Arbeit die Resultate in ähnlicher Weise, wie ich nach ihm gethan, übersichtlich zusammen.

Bei Vergleichung meiner Tabellen und denjenigen von Kitasato treten nun zuweilen grössere Unterschiede zu Tage. Aber es gelingt bei dem genaueren Studium der von ihm angegebenen Versuchsbedingungen ohne grosse Schwierigkeit, die Gründe dafür aufzufinden.

Seine Versuchsanordnung unterschied sich von der meinigen in einem wesentlichen Punkte. Kitasato hat die gelungene Desinfection, d. h. die thatsächlich erfolgte Abtödtung dadurch geprüft, dass er die zu untersuchenden Bacterien aus der Bouilloncultur in Gelatine überimpfte und bei Zimmertemperatur beobachtete, während bei meinen Untersuchungen ich in Bouillonröhrchen, die in den Brutschrank (37° C.) gestellt wurden, überimpfte. Aus unseren beiderseitigen Resultaten hebe ich hier bloss die eine grössere Differenz hervor, dass ich Schwefelsäure und Salzsäure ungefähr gleich wirksam, Kitasato aber die Schwefelsäure erheblich wirksamer fand als die Salzsäure; ausserdem aber fand er für beide Säuren höhere Werthe als ich.

Als ich nun die Versuchsanordnung von Kitasato genau wie er ausgeführt hatte, bekam ich im Wesentlichen dieselben Resultate wie er, besonders auch insofern, als die Schwefelsäure thatsächlich sich schon in

¹ Ueber das Verhalten der Typhus- und Cholera bacillen zu säure- und alkali-haltigen Nährböden. *Diese Zeitschrift*. 1888. Bd. III.

kleineren Mengen wirksam zeigte als die Salzsäure. Aber gerade dadurch wird der Beweis geliefert, dass man durch die Aussaat in Gelatine schon Ausbleiben des Wachsthum's beobachten kann, wenn die Bacterien noch nicht alle abgetödtet sind. — Denn wenn ich aus demselben Röhrchen, aus dem Proben für die Gelatine entnommen waren, in Bouillon überimpfte, so bekam ich in diesen noch Culturen, während Gelatineplatten und Esmarch'sche Rollröhrchen steril blieben.

Da es nun darauf ankommt, zu wissen, ob wirklich die Bacterien alle abgetödtet sind oder nicht, so darf behauptet werden, dass die Ueberimpfung in Gelatine uns keine Garantie zur Entscheidung dieser Frage darbietet.

Wodurch der Umstand zu erklären ist, dass bei meiner Versuchsanordnung in vielen Fällen sich Salzsäure und Schwefelsäure als beinahe gleichwerthig zeigten, während bei der von Kitasato die Schwefelsäure sich überlegen erweist, wage ich mit Sicherheit nicht zu entscheiden.

Möglicherweise ist dieser Umstand darauf zurückzuführen, dass wir es bei der Salzsäure mit einer flüchtigen Säure zu thun haben, die an Wirkungswerth allmählich verliert.