Vergleichende Untersuchung über die keimtödtenden und die entwicklungshemmenden Wirkungen von Alkoholen der Methyl-, Aethyl-, Propyl-, Butyl- und Amylreihen.

Von

Germund Wirgin,

Assistenten am hygien. Laboratorium des Königl. Carolin-Instituts in Stockholm.

Es scheint sichergestellt zu sein (Epstein [1], Minervini [2] u. A.), dass der absolute Aethylalkohol trockenen Keimen gegenüber geringe oder gar keine baktericide Wirkung hat und dass die Wassermischungen von 50 Gewichtsprocent Alkohol und etwas darüber erheblich stärker einwirken als die höheren und die niedrigeren Concentrationen. Was die entwicklungshemmende Wirkung des Aethylalkohols betrifft, hat Verf. (3) gefunden, dass die meisten Arten von Keimen schon durch 7 Vol.-Proc. Alkohol völlig gehemmt werden, und dass bei mehr als 10 Vol.-Proc. hauptsächlich einzelne Arten von Hefen gedeihen. Mannitbildende Bakterien vertragen jedoch mehr als 14.5 procent. Alkohol (Gayon et Dubourg [4]), einzelne Essigbakterien mehr als 16 proc. (Zeidler [5].)

Von der Desinfectionsleistung der anderen einwerthigen Alkohole ist nicht viel bekannt. Was ich in der Litteratur über diesen Stoff gefunden habe, ist Folgendes. Saul (6) hat die Desinfectionsenergie siedender Alkohole — Methyl-, Aethyl- und Normalpropylalkohol — gegenüber trockenen Milzbrandsporen untersucht. Nach seinen Untersuchungen war der Desinfectionswerth der siedenden absoluten Alkohole gleich Null. In Wassermischungen übertraf der Propylalkohol an Desinfectionsleistung den Aethylalkohol und dieser den Methylalkohol. Die Wirkung der siedenden Wassermischungen war bei den kleinsten Alkoholprocenten am grössten: da wurden die Sporen in kurzer Zeit getödtet. Bei zunehmender Concentration der Alkohole nahm die Desinfectionsleistung ab, um bei einem gewissen Procente gleich Null zu werden.

Dieser „kritische Punkt“, wo die keimtödtende Kraft der kochenden Alkohole ganz aufzuhören schien, lag beim Propylalkohol zwischen 90 bis 100 Gew.-Proc., beim Aethylalkohol zwischen 80 bis 90 Gew.-Proc., beim Methylalkohol zwischen 40 und 50 Gew.-Proc.

In Anleitung einer Untersuchung über die Wirkungen von Methyl-, Aethyl- und Propylalkohol auf den arteriellen Blutstrom bei äusserer Anwendung, haben Buchner, Fuchs und Megele (7) auch das baktericide Vermögen dieser Alkohole studirt. Ihre Wirkung wurde an folgenden Mikroorganismen geprüft: „Bierhefe“, *Staph. pyogenes aureus*, *Typhusbacillus* und *Bac. pyocyaneus*. In 10^{cem} der betreffenden Alkohole fügten sie 5 Tröpfchen einer concentrirten wässerigen Aufschwemmung der zu prüfenden Cultur. Oefteres Umschütteln. Bei den Probenahmen wurden 3 Oesen auf Schiefagar ausgestrichen. Nach ihren Untersuchungen wirkt der Normalpropylalkohol bedeutend kräftiger desinficirend als der Aethylalkohol; dieser war stärker, ebenso stark oder schwächer als der Methylalkohol.

Untersuchungen über die keimtödtende Kraft von Alkoholen der Butyl- und Amylreihe und überhaupt von isomeren Alkoholen scheinen ganz zu fehlen.

Bezüglich der entwicklungshemmenden Wirkung von anderen Alkoholen als vom Aethylalkohol sind dem Verf. nur die Untersuchungen von Seifert (8) bekannt. Dieser Forscher studirte den Einfluss verschiedener Alkohole auf die Essigbakterien *B. pasteurianum* (a) und *B. Kützingianum* (b). Beide Bakterien wachsen in Hefedecoct bei 2 Vol.-Proc. Aethylalkohol, bei 5 Proc. wächst a, b nicht. In Gegenwart von 1 Proc. Propylalkohol wachsen beide, in 3 Proc. wächst a, b aber nicht. Keiner von beiden wächst in Gegenwart von 1 Proc. Isopropylalkohol. 0.4 Proc. Butylalkohol oder 1 Proc. Isobutylalkohol wirkt keinem der Bakterien entwicklungshemmend.

Wenn man den Aethylalkohol ausnimmt, welcher ja vom Sichtpunkt der Desinfectionsleistung ganz gründlich studirt worden ist, findet man also von den übrigen Alkoholen in dieser Beziehung gar keine oder sehr knappe Berichte in der Litteratur. Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist, die Lücke ausfüllen zu suchen und habe ich deshalb die keimtödtende und die entwicklungshemmende Wirkung des Methyl-, Aethyl-, Normal- und Isopropyl-, des Normal-, Iso- und Tertiärbutylalkohols, des Gährungsamyl- und tertiären Amylalkohols gegenüber dem *Mikrococcus pyogenes aureus* geprüft. Um ein Maass über das baktericide Vermögen der Alkohole zu gewinnen, habe ich nach derselben Methode angeordnete Parallelversuche mit anderen bekannten Antiseptica ausgeführt.

Die Desinfectionswirkung der Alkohole ist (ausser auf Milzbrandsporen) nur auf dem *M. pyogenes aureus* geprüft worden. Culturen von diesem Coccus sind von mehreren verschiedenen Fällen von Furunkeln und Phlegmonen gewonnen.

Die Alkohole habe ich theils durch das chemische Laboratorium von Dr. Ekekrantz, Stockholm, der die Reinheit durch Kochpunktbestimmungen genau controlirt hat, theils von der chemischen Fabrik von Kahlbaum bezogen. Ich selbst habe die Alkohole bezüglich des specifischen Gewichts und Mischbarkeit mit Wasser untersucht. Die Alkoholmischungen mit Wasser habe ich meistens in Gewichtsprocenten hergestellt. Wo die Mischungen in Vol.-Procenten gemacht wurden, wurde die Temperatur des Alkohols bzw. des Wassers und der Bouillon vorher zu genau 15° C. eingestellt.

Bei der Untersuchung der entwicklungshemmenden Kraft wurden, um Verdunstung zu vermeiden, die mit Alkohol versetzten Bouillonculturen in Glasflaschen, die mit Korken verschlossen waren, aufbewahrt. Um etwaige Undichtigkeiten des Verschlusses zu verschliessen, wurden die umgekehrten Flaschen in kochendes Paraffin bis auf den Hals heruntergetaucht. Die Culturen waren mit einem Tropfen 24- bis 48 stündiger Bouilloncultur geimpft worden. Die Culturen wurden bei 37° C. aufbewahrt.

Die bakterientödtende Kraft der Alkohole wurde theils an feuchten, theils an trockenen Keimen untersucht. Als feuchte Proben wurden benutzt theils 24- bis 48 stündige Bouillonculturen, theils Agarculturen gleichen Alters, die in destillirtem Wasser, in flüssiger Gelatine, in Menschenblutserum dicht aufgeschwommen und nachher filtrirt wurden. Ein Tropfen von diesen Culturen bzw. Aufschwemmungen wurde zu etwa 3^{ccm} der Alkohole zugesetzt. Nach gewisser Zeit wurde von hier 1 bis 3 Oesen in 3^{ccm} destillirten Wassers übergeführt und wurden mit 10^{ccm} Agar zu Platten gegossen. Da die Bakterien bei dieser Versuchsanordnung keine grössere Widerstandsfähigkeit gegen die kräftiger wirkenden Alkoholmischungen besaßen, habe ich zu mehreren Versuchen wachsende Culturen von *Pyogenes* auf Agar als Proben benutzt. Von einer Agarplatte, die mit 1^{ccm} 24 stündiger Bouilloncultur besät worden war, wurden, als diese Cultur 24 Stunden alt war, mit sterilem Messer etwa 1^{ccm} grosse und 2 bis 3^{mm} dicke, mit *Pyogenes* bewachsene Agarscheiben ausgeschnitten, die in den Desinfectionsflüssigkeiten untergetaucht wurden. Die Agarculturscheiben wurden mit sterilem Platinspatel aufgefischt, dann in ein 3^{ccm} Wasser enthaltendes Reagensglas übergeführt und die Keime durch Reiben des Agarstückes gegen die Glaswand in's

Wasser emulgirt und nachher Agarplatten mit 10^{ccm} Agar gegossen, die im Brutschrank bei 35° aufbewahrt nach 3 Tagen berechnet wurden. Dieses Verfahren wurde gewählt, statt die Agarculturen mit den Alkoholen zu übergiessen und von der oberflächlichen Cultur eine oder mehrere Oesen zum Plattengiessen zu nehmen. Letztere Methode wurde unter anderem wegen der Schwierigkeit, immer gefüllte Oesen zu bekommen, übergeben. Der Inhalt der Oese mischte sich nämlich beim „Fischen“ mit dem Alkohol und wenig davon kam zur Aussaat. Die geringe Menge des Alkohols, die dem Agarstückchen anhaftete, war zu gering, um nennenswerthe Entwicklungshemmung zu verursachen.

Die Alkohole kamen auch auf trockenen Pyogeneskeimen zur Einwirkung. Concentrirte, durch Papier filtrirte Wasseremulsionen des Mikrocooccus wurden an Quarzsandkörnern, von 2 bis 6^{mm} Grösse, an Glasperlen, Beinkohlen, Eisendrahtfäden und Seidenfäden bei 37° angetrocknet und nachher im Exsiccator bei Zimmertemperatur im Dunkeln aufbewahrt. Die Glasperlen, Beinkohlen und Steinchen waren vorher mit Salzsäure und dann mit Natronlauge einige Stunden behandelt, mit Wasser zu neutraler Reaction gewaschen, dann mit Alkohol und Aether geschüttelt, mit Wasser wieder abgewaschen und zuletzt im Trockenschranke sterilisirt. Die am Quarzsand angetrockneten Keime waren resistenter und Desinfectionsversuche mit derartigen Proben ergaben die gleichmässigsten Resultate. Da die Resistenz der genannten Proben für gewisse Zwecke zu gering erschien, sind die Steinchen, Fäden u. s. f. statt mit Wasseremulsionen mit Emulsionen von Pyogeneskeimen in Menschenblutserum behandelt und nachher in der oben genannten Weise getrocknet. Nach der Einwirkung der Alkohole sind die Proben in 3^{ccm} destill. Wasser übergeführt und 1/2 bis 2 Minuten, in jedem Versuche gleich lange Zeit für alle Proben, geschüttelt. Nachher sind mit dem Schüttelwasser Agarplatten gegossen worden, die bei 35° aufbewahrt, nach 3 Tagen berechnet worden sind.

Die Versuche über die keimtödtende Kraft der Alkohole sind bei möglichst genau 20° C. ausgeführt; die Desinfectionslösungen sind nämlich im Wasserbade von der genannten Temperatur gestellt worden.

Die vorliegende Untersuchung wurde vor anderthalb Jahren begonnen und hat mehr als 12 Monate gedauert. Die Anzahl der Versuche beträgt mehr als 200. Alle Versuche wiederzugeben, wäre an dieser Stelle unmöglich. Ich beschränke mich darauf, einige wichtigere Tabellen vorzuführen.

Entwicklungshemmende Kraft der Alkohole.

Tabelle I.

Die entwickelungshemmende Kraft einiger Alkohole gegenüber dem Wachstum des *M. pyogenes aureus* in Traubenzuckerbouillon (1 Procent Zucker) bei 37°. Die Tabelle giebt das Resultat nach 5 × 24 Stunden Einwirkung der Alkohole an. Volumenprocente. + = Wachstum; — = Nicht-Wachstum.

A l k o h o l e	0.25 Proc.	0.5 Proc.	1 Proc.	1.5 Proc.	2 Proc.	3 Proc.	4 Proc.	5 Proc.	6 Proc.	7 Proc.	8 Proc.	9 Proc.	10 Proc.
Methyl-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—	—
Aethyl-	+	+	+	+	+	+	+	+	(+)	—	—	—	—
Normalpropyl-	+	+	+	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—
Isopropyl-	+	+	+	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—
Normalbutyl-	+	+	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—
Isobutyl-	+	+	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—
Tertiärbutyl-	+	+	+	+	+	+	+	—	—	—	—	—	—
Amyl-	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Tertiäramyl-	+	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Tabelle II.

Entwicklungshemmung wie in Tabelle I, nur Bouillon ohne Zucker. Gewichtprocente.

A l k o h o l e	0.25 Proc.	0.50 Proc.	0.75 Proc.	1 Proc.	1.5 Proc.	2 Proc.	3 Proc.	4 Proc.	5 Proc.	6 Proc.	7 Proc.	8 Proc.	9 Proc.
Methyl-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—	—
Aethyl-	+	+	+	+	+	+	+	+	(+)	—	—	—	—
Normalpropyl-	+	+	+	+	+	+	(+)	—	—	—	—	—	—
Isopropyl-	+	+	+	+	+	+	+	—	—	—	—	—	—
Normalbutyl-	+	+	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—
Isobutyl-	+	+	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—
Tertiärbutyl-	+	+	+	+	+	+	+	+	—	—	—	—	—
Amyl-	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Tertiäramyl-	+	+	+	+	+	+	+	—	—	—	—	—	—

Die vorstehenden Tabellen vervollständigen sich gegenseitig. Vollständige Entwicklungshemmung verursacht

der Methylalkohol	bei 8 Gew.-Proc.,	bei 9 Vol.-Proc.,	
der Aethylalkohol	„ 6 „	„ 7 „	„
die Propylalkohole	„ 4 „	„ 4 „	„
die N- und i-Butylalkohole	„ 2 „	„ 3 „	„
der Amylalkohol	„ 1 „	„ 1 „	„

Wenn man das spec. Gewicht der Alkohole zu durchschnittlich 0.8 annimmt, welches hier ohne Fehler geschehen kann, erhält man folgende Grenzwerthe für ihre entwicklungshemmende Wirkung auf *M. pyogenes* in Fleischextract-Kochsalzbouillon:

- Der Methylalkohol hemmt nicht das Wachsthum bei 7 Gew.-Proc.,
verhindert es völlig bei 8 Gew.-Proc.,
- der Aethylalkohol hemmt nicht das Wachsthum bei 5 Gew.-Proc.,
verhindert es völlig bei 6 Gew.-Proc.,
- die Propylalkohole hemmen nicht das Wachsthum bei 3 Gew.-Proc.,
verhindern es völlig bei 3.2 Gew.-Proc.,
- die Norm- u. Isobutylalkohole hemmen nicht d. Wachsth. bei 1.6 Gew.-Proc.,
verhindern es völlig bei 2.0 Gew.-Proc..
- der Amylalkohol hemmt nicht das Wachsthum bei 0.75 Gew.-Proc.,
verhindert es völlig bei 0.8 Gew.-Proc.

Man weiss schon von der Wirkung der Alkohole auf Menschen und Säugethiere, dass sie sich betreffs ihrer Giftigkeit nach den Moleculargewichten reihen. Das Moleculargewicht des Amylalkohols ist 88, dasjenige der Propyl- und Butylalkohole bezw. 74 und 60, dasjenige des Aethyl- und Methylalkohols 46 und 32. Der giftigste Alkohol für höhere Lebewesen ist also der Amylalkohol, darnach kommen die Butyl-, Propyl- und Aethylalkohole; am wenigsten giftig ist der Methylalkohol. Betreffs ihrer entwicklungshemmenden Wirkung reihen sich die Alkohole auf die gleiche Weise. Die entwicklungshemmende Kraft steigt von der Methyl- bis zur Amylreihe; sie steigt aber nicht völlig parallel mit den Moleculargewichten, sondern im höheren Grade als diese. Unten schreibe ich die Verhältnisszahlen zwischen den Moleculargewichten und daneben die Verhältnisszahlen der invertirten entwicklungshemmenden Procente. In beiden Fällen steht der Methylalkohol als Einheit.

	Verhältnisszahlen	
	der Molecular- gewichte	der entwickelungs- hemmenden Kräfte
Der Methylalkohol	1	1
„ Aethylalkohol	1.4	1.3
Die Propylalkohole	1.9	2.5
„ Normal- u. Isobutylalkohole	2.3	3.3
Der Amylalkohol	2.7	10

Die entwickelungshemmende Wirkung der Alkohole vermehrt sich also in höherer Progression als die Moleculargewichte. Besonders ist die Steigerung von den Butylalkoholen zum Amylalkohol scharf in's Auge fallend.

Wenn man berechnet, wie stark etwa die „Normallösungen“ der Alkohole sein sollten, in welchen vollständige Entwicklungshemmung zu Stande kommen könnte, ergibt sich Folgendes. Der Amylalkohol bewirkt die Entwicklungshemmung schon in etwa 0.1 Normallösung, der Butyl- und Propylalkohol in bezw. 0.3 und 0.5 Normallösungen, der Aethyl- und der Methylalkohol erst in 1.3 bezw. 2.5 Normallösungen. Eine gewisse Normallösung von dem Amylalkohol würde demnach etwa 3 Mal stärker sein als eine derartige Lösung des Butylalkohols, etwa 5 Mal stärker als eine Normallösung des Propylalkohols und etwa 13 bezw. 25 Mal stärker sein als die gleiche Normallösung des Aethyl- bezw. des Methylalkohols.

Von den oben stehenden Tabellen über das Entwicklungshemmen scheint hervorzugehen, dass die isomeren Alkohole unter sich völlig gleichwerthig sind. Nur die sogenannten tertiären Alkohole sind deutlich schwächer wirksam als ihre isomeren Normal- und Isoalkohole. Der tertiäre Amylalkohol hemmt erst in 3 Gew.-Proc., der Amylalkohol schon bei 1 Proc., die Normal- und Isobutylalkohole hemmen schon bei 2 Gew.-Proc., während der Tertiärbutylalkohol erst bei 5 Proc. den gleichen Effect bewirkt. Um zu erforschen, ob ein Unterschied auch zwischen den übrigen isomeren Alkoholen bei Anwendung schärferer Methoden zu entdecken wäre, wurden einige Versuche gemacht, von welchen ich den untenstehenden als Beispiel anführe. Alle Versuche haben übereinstimmende Resultate ergeben.

Tabelle III.

Wirkung einiger Alkohole auf die Bildung von Säure durch *M. pyogenes* in 1 procent. Traubenzuckerbouillon bei 37°. Die Resultate nach 24 stündiger Einwirkung der Alkohole gefunden. Von allen Alkoholen 1 Gew.-Proc. anwesend. Titriren mit jedes Mal frisch bereiteter $\frac{1}{200}$ Normal-NaOH. Indicator: Phenolphthalein. Zu jedem Titriren wurden

10^{com} der Bouilloncultur in Arbeit genommen. Diese wurden dann mit destillirtem Wasser so weit verdünnt, bis das Ganze nur eine Spur von Gelbfärbung von der Bouillon zeigte.

Alkohole	Für das Neutralisiren verbrauchte Cubikem. $\frac{1}{200}$ N.-Lauge	Alkohole	Für das Neutralisiren verbrauchte Cubikem. $\frac{1}{200}$ N.-Lauge
Amyl-	9.5	Normalpropyl-	27.5
Tertiäramyl-	22.5	Isopropyl-	28.5
Normalbutyl-	18	Controle ohne Alkohol	31.5
Isobutyl-	18.5	Sterile Traubenzucker-	
Tertiärbutyl-	28.5	Bouillon ohne Alkohol	9.5

Die Resultate bestätigen, was von den tertiären Alkoholen vorher gesagt wurde. Der tertiäre Amylalkohol zeigt sogar etwas schwächere entwicklungshemmende Wirkung als der Normal- und Isobutylalkohol. Der Tertiärbutylalkohol ist schwächer entwicklungshemmend als der Normalpropylalkohol und scheint dem Isopropylalkohol in dieser Beziehung gleich zu kommen. Die sogenannten normalen Butyl- und Propylalkohole sind nach meinen Untersuchungen den entsprechenden Isoalkoholen ein wenig überlegen. Dasselbe Resultat habe ich bei allen Untersuchungen bekommen. Wegen des geringen Unterschiedes in der Wirkung ist jedoch die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass jener auf geringe Beimischungen von anderen Alkoholen verursacht werden könne, die mit den üblichen Methoden die Reinheit der Alkohole zu prüfen, Kochpunkt, spec. Gewicht, Wasserlöslichkeit, nicht entdeckt worden sind. Jedoch besteht als etwas Bemerkenswerthes, dass beide die geprüften Normalalkohole kräftiger wirkten als die entsprechenden Isoalkohole.

Im Vorbeigehen seien auch hier Versuche erwähnt, die über die Einwirkung der Alkohole auf rothe Kaninchenblutkörperchen angestellt wurden. Die Resultate sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt. In Reagensgläsern, jedes 10^{cm} 0.8 proc. NaCl-Lösung enthaltend, wurden die Alkohole zu den unten stehenden Gewichtsprocenten eingegossen. In jedem Reagensglas wurde dann ein Tropfen der Blutkörperchen-Emulsion zugesetzt. Nach 2 Stunden im Thermostat wurden die Proben 24 Stdn. in den Eisschrank gestellt. Nach dieser Zeit erwies sich das folgende Resultat. Zwei auf die gleiche Weise ausgeführte Versuche ergaben die gleichen Resultate.

- + = Die Proben ganz klar; vollständige Lösung der rothen Blutkörperchen.
- = Unvollständige Lösung, Bodensatz. Die Probe nach Schütteln durch Blutkörperchen getrübt.

Tabelle IV.

Auflösung rother Blutkörperchen durch die Alkohole. Gew.-Proc.

Alkohole	nicht aufgelöst von	aufgelöst von
Amyl-	0.4 Proc.	0.6 Proc.
Tertiär-Amyl-	1.6 „	2.3 „
Normal-Butyl-	1.6 „	2.3 „
Isobutyl-	1.6 „	2.3 „
Normal-Propyl-	3.8 „	4.6 „
Isopropyl-	3.8 „	4.6 „
Aethyl-	9.2 „	9.8 „
Methyl-	11.4 „	11.6 „

Unter sonst gleichen Umständen werden die Blutkörperchen von 0.6 Gew.-Proc. Amylalkohol, von 2.3 Proc. von Tertiäramyl- und von den Normal- und Isobutylalkoholen, von 4.6 Proc. Propyl-, von 9.8 Proc. Aethyl- und von 11.6 Proc. des Methylalkohols aufgelöst. Für die vollständige Auflösung sind also mehrere Male stärkere Lösungen von den übrigen Alkoholen als vom Amylalkohol benutzt worden, nämlich von dem Tertiäramyl- und den Butylalkoholen 4 Mal stärkere, von dem Propyl- 7.6, von den Aethyl- und Methylalkoholen 16 und 19 Mal stärkere Lösungen als von dem Amylalkohol. Wenn man aus den Gewichtsmengen der Alkohole, die für die Lösung der Blutkörperchen nöthigen chemischen Aequivalente berechnet und man die für diesen Zweck vom Amylalkohol nöthige Menge als 1 bezeichnet, findet man für den Tertiäramylalkohol die Butyl-, Propyl-, Aethyl- und Methylalkohole etwa die folgenden Zahlen 4, 4, 10, 30, 50. Ebenso wie das entwicklungshemmende Vermögen gegenüber Bakterien, steigt auch die Blutkörperchen auflösende Kraft der Alkohole mit den Moleculargewichten, und letztere Kraft steigt dabei in höherer Progression als die Moleculargewichte.

Die keimtödtende Kraft der Alkohole.

Auf Sporen von Milzbrand übt keiner von den Alkoholen bei Zimmertemperatur einen tödtenden Einfluss aus. Erst bei recht bedeutender Erhöhung der Temperatur war eine sporenvernichtende Wirkung von den Wassermischungen zu beobachten. Die absoluten Alkohole waren auch jetzt ausser Stande, die Sporen zu tödten. Die kräftigst wirkenden Alkoholwassermischungen kamen der 3 proc. Carbolsäurelösung etwa gleich; alle waren in der 5 proc. Carbolsäurelösung unterlegen.

Es ist schon erwähnt, dass der Methyl-, der Aethyl- und der Normalpropylalkohol trockenen Keimen gegenüber in absolutem Zustande eine

Desinfektionswirkung auszuüben nicht im Stande sind. Die unten stehende Tabelle beweist, wie dieses Verhältniss für alle die von mir untersuchten Alkohole gilt. Von den absoluten Alkoholen waren in meinen Versuchen die beiden Propylalkohole am kräftigsten wirksam. Die trockenen Pyogeneskeime hatten innerhalb einer Stunde das Vermögen, sich auf Agarnährboden zu entwickeln, verloren, während sich der Coccus in den übrigen absoluten Alkoholen noch nach mehreren Tagen entwicklungsfähig bewährt hatte. Die absoluten Normal- und Isopropylalkohole waren jedoch erheblich weniger keimtödtend als ihre Mischungen mit Wasser.

Tabelle Va.

Desinfektionswirkung absoluter Alkohole. Pyogeneskeime an Beinkohlen getrocknet. Anzahl der Colonieen in den Agarplatten nach 4 tägiger Einwirkung der Alkohole.

Methylalkohol	8
Aethylalkohol	30 000
n-Propylalkohol	0
i-Propylalkohol	0
n-Butylalkohol	95 000
i-Butylalkohol	325 000
3-Butylalkohol	90 000
Amylalkohol	12 000
Controle in dest. Wasser	400 000

Tabelle Vb.

Desinfektionswirkung absoluter Alkohole. M. pyogenes an Quarzsteinchen angetrocknet.

	15 Min.	1 Stunde
Methylalkohol	5000	viele
Normalpropylalkohol	540	0
Isopropylalkohol	94	0
Tertiäramylalkohol	28 000	viele

Eine vollständige Prüfung des Desinfektionsvermögens der Alkohole in Wasserlösungen konnte nicht vorgenommen werden, weil mehrere von ihnen nur zu einigen Procenten in Wasser löslich waren. Der Methyl und der Aethylalkohol, die Normal- und Isopropylalkohole waren in allen Verhältnissen mischbar mit Wasser. Auch der Tertiärbutylalkohol (ein krystallinischer, eisähnlicher Körper) war in allen Verhältnissen löslich in Wasser. Die Normal- und Isobutylalkohole lösen sich in Wasser zu 8.5 bzw. 10 Vol.-Proc. Der Amylalkohol wurde vollständig zu $2\frac{1}{2}$ Vol.-Proc., nicht zu 3 Proc. in Wasser gelöst. Der Tertiäramylalkohol löst sich völlig in Wasser zu 15, nicht zu 17.5 Vol.-Proc.

Unten führe ich einige Tabellen vor, wo die Wirkungen der Alkohole in Literlösungen, Normallösungen, auf Pyogeneskokken, die, in destillirtem Wasser emulgirt, an Quarzgesteinen oder an Beinkohlen getrocknet waren, gezeigt werden. Die Ziffer bedeutet die Colonieenzahl nach 3 Tagen auf Agarplatten. Nachdem die Proben mit Alkohol behandelt und mit destillirtem Wasser abgewaschen worden waren, wurden sie mit ein paar Cubikcentimeter destillirtem Wasser 2 Minuten in möglichst gleicher Weise geschüttelt. Mit dem Schüttelwasser wurden Agarplatten gegossen, die bei 37° aufbewahrt wurden. Die unten stehenden Tabellen sind nur die Auswahl einer grossen Anzahl von Tabellen, die mit jenen übereinstimmende Resultate zeigen. 2-Liter-Alkoholmischungen = $\frac{1}{2}$ Normallösung; $\frac{1}{8}$ -Liter-Alkoholmischung = $\frac{3}{4}$ -Normallösung.

Tabelle VI.

$\frac{1}{8}$ Liter Mischungen. Pyogeneskeime an Beinkohlen angetrocknet. $\frac{3}{4}$ Normallösung. Anzahl der Colonieen in Agarplatten nach Einwirkung der Alkohole während

		5 Min.	10 Min.	15 Min.
Methylalkohol . . .	25.6 Gew.-Proc.	134 900	126 000	125 000
Aethylalkohol . . .	36.8 „	7	0	0
Isopropylalkohol . .	48.0 „	0	0	0
1 proc. Carbolsäure .		38 890	32 300	17 500
Controle in Wasser .		—	—	378 000

Tabelle VII.

1-Liter-Alkoholmischungen. Pyogenes an Quarzsteinchen angetrocknet.

Gew.-Proc.		5 Min.	10 Min.	15 Min.
6.0	Normalpropylalkohol	130 000	124 500	80 000
6.0	Isopropylalkohol	520 000	450 000	490 000
7.4	Normalbutylalkohol	0	1	0
7.4	Isobutylalkohol	14	0	0
8.8	Amylalkohol (nicht völlig gelöst)	1	0	1
8.8	Tertiäramylalkohol	50	2	2
	Carbol 1 Proc.	1105	910	325
	Controle in Wasser	—	—	650 000

Tabelle VIII.

1-Liter-Alkoholmischungen. *M. pyogenes aureus* an Beinkohlen getrocknet.

Gew.-Proc.		5 Min.	10 Min.	15 Min.
6.0	Normalpropylalkohol . .	530 000	500 000	300 000
6.0	Isopropylalkohol . . .	480 000	200 000	200 000

Gew.-Proc.	5 Min.	10 Min.	15 Min.
7.4 Normalbutylalkohol	5	—	14
7.4 Isobutylalkohol	15	11	7
7.4 Tertiärbutylalkohol	975 000	650 000	600 000
Carbol 1 Proc.	1040	715	22

Tabelle IX.

2-Liter-Alkoholmischungen. Pyogenes an Steinchen angetrocknet.			
Gew.-Proc.	5 Min.	10 Min.	15 Min.
3.7 Normalbutylalkohol	200 000	65 000	50 000
3.7 Isobutylalkohol	150 000	100 000	100 000
4.4 Amylalkohol (nicht völlig gelöst)	2	0	1
4.4 Tertiäramylalkohol	300 000	—	200 000
Carbol 1 Proc.	—	1900	240
„ 3 „	1	0	1
„ 5 „	0	0	0
Controle in Wasser	—	—	360 000

Kurz vorher habe ich nachgewiesen, wie die entwicklungshemmende Kraft der Alkohole von den Moleculargewichten abhängt. In den Tabellen wird klar gemacht, dass unter sich chemisch äquivalente Mischungen von den Alkoholen mit Wasser auch betreffs ihrer baktericiden Wirkungen von den Moleculargewichten abhängig sind, so dass das höhere Moleculargewicht eines Alkohols höhere baktericide Kraft der entsprechenden Wassermischung verursacht. Tabelle VI demonstriert, wie $\frac{1}{8}$ -Liter-Aethylalkoholwassermischung erheblich kräftiger desinficirt als eine chemisch äquivalente Mischung von Methylalkohol und wie der Isopropylalkohol unter gleichen Umständen kräftiger wirkt als der Aethylalkohol. Tabelle VII stellt eine vergleichende Untersuchung dar über das baktericide Vermögen chemisch äquivalenter Lösungen von Propyl-, Butyl- und Amylalkoholen. Desgleichen sehen wir bei anderen Concentrationen der Alkoholmischungen in Tabelle VIII und IX. Aus Tabelle VII und VIII geht die Ueberlegenheit der Butyl- gegenüber den Propylalkoholen hervor; die Tabelle IX stellt die grössere keimtödtende Kraft des Amylalkohols gegenüber den Butylalkoholen dar. Bei der Prüfung des Entwicklungshemmens stellte sich heraus, dass die tertiären Alkohole weniger wirksam waren als ihre isomeren Normal- und Isoalkohole. Dasselbe wiederholt sich hier bei dem Vergleich der baktericiden Kräfte der Alkohole. In der Tabelle VIII wird die bedeutende Schwäche des Tertiärbutylalkohols beim Vergleich mit dem Normal- und Isobutylalkohol dargestellt. In der Tabelle IX erweist sich der Tertiäramylalkohol dem Amylalkohol sehr unterlegen. Zwischen der keimtödtenden

Kraft des Normal- und Isopropylalkohols besteht nach den Tabellen VII und VIII kein sicherer Unterschied. Ein Unterschied in der gleichen Beziehung ist auch nicht zwischen dem Normal- und dem Isobutylalkohol Tabelle VIII, IX zu verzeichnen.

Nicht nur die isotonischen Lösungen der Alkohole reihen sich betreffs der Baktericidität nach den Moleculargewichten; auch von Alkohollösungen, gleiche Gewichtsprocente enthaltend, ist diejenige am kräftigsten desinficierend, deren gelöster Alkohol das höhere Moleculargewicht besitzt. So zeigt nach einigen hier nicht angeführten Versuchen 2 gew.-proc. Amylalkohol ziemlich kräftiges Desinfectionsvermögen gegenüber *M. pyogenes*, während 2 proc. Butylalkohollösungen kaum eine Spur davon besitzen. 7 proc. Normal- und Isobutylösungen sind ziemlich baktericid; 7 proc. Propylalkohollösungen gar nicht. 20 proc. Propylalkoholwassermischungen tödten den pyogenen Coccus in einigen Minuten, 20 proc. Aethylalkoholwassermischungen kaum in 24 Stunden. Zwischen den Aethyl- und Methylalkoholen ist der Unterschied geringer; jedoch wirkt eine 40 proc. Wassermischung von letzterer deutlich schwächer als eine derartige von dem Aethylalkohol.

In absolutem Zustande tödten ja die Alkohole sehr wenige von den trockenen Keimen, die dafür ausgesetzt werden, wie ich kurz vorher gezeigt habe.

Von dem Aethylalkohol ist schon ausgesagt, dass Wassermischungen des Alkohols von 50 Gew.-Proc. und etwas darüber kräftiger einwirken als höhere und niedrigere Concentrationen. Die Veränderungen der Baktericidität eines Alkohols beim Mischen mit Wasser lassen sich für alle Alkohole nicht in der gleichen Weise wie für den Aethylalkohol studiren, weil nur der Methylalkohol, die Propylalkohole und der tertiäre Butylalkohol in allen Verhältnissen mit Wasser mischbar sind. Wie sich die Baktericidität dieser Alkohole in verschiedenen Wassermischungen verhält, geht aus der Tabelle X hervor. An Seidenfäden angetrocknete *Pyogenes*-keime werden in die verschiedenen Mischungen getaucht und nach einer Minute ohne Abspülung in etwa 10^{com} Bouillon übergeführt. Nach 24 Stdn. zeigen einige von den Bouillonröhrchen Wachstum von *M. pyogenes* +, andere nicht —. Der Versuch wurde mehrmals mit gleichem Resultat wiederholt.

Tabelle X.

Baktericide Wirkung der Alkohole gegen trockene Keime.

Alkohole	Gew.-Proc.	5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Methyl- . .	„	+	+	+	+	+	+	+	—	—	+	+	+
Aethyl- . .	„	+	+	+	+	+	+	+	—	+	+	+	+
Normalpropyl-	„	+	+	+	—	—	—	—	—	+	+	+	+

Die drei Alkohole verhalten sich in der Beziehung gleich, dass die absoluten Alkohole und deren höchste Concentrationen sich schwächer baktericid zeigen, als gewisse mittlere Wassermischungen. Der Methylalkohol wirkt am kräftigsten bei 60 bis 70 Gew.-Proc., der Aethylalkohol bei 60 Gew.-Proc., der Propylalkohol am stärksten zwischen 20 bis 60 Gew.-Proc. Andere Versuche haben erwiesen, dass der Normal-Propylalkohol um etwa 30 Gew.-Proc. am kräftigsten desinficirt.

In dem Obenstehenden ist nun über die bakterientödtende Wirkung der Alkohole gegen trockene Keime gesprochen. Nur auf ihnen sind die absoluten und am höchsten concentrirten Alkohole ohne besonderen schädigenden Effect. Bei feuchten Keimen treten andere Verhältnisse ein. Wenn sie der Wirkung von Alkoholen, die in Wasser leicht löslich sind, ausgesetzt werden, treten Verhältnisse ein, die in der folgenden Tabelle dargestellt sind.

Tabelle XI.

Baktericide Wirkung der Alkohole gegenüber feuchten in denselben emulsirten Keimen bei 20° C. Nach der Einwirkung der Alkohole während 1 Minute sind 3 Oesen der Emulsionen in Bouillon, der bei 37° hingestellt wurde, übergeführt.

Alkohole	Vol.-Proc.	5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Methyl-	. . „	+	+	+	+	+	+	+	—	—	—	—	—
Aethyl-	. . „	+	+	+	+	+	+	—	—	—	—	—	—
Normalpropyl-	„	+	+		—	—	—	—	—	—	—	—	—

Aus der Tabelle geht hervor, dass die absoluten Alkohole und die concentrirten Alkoholwassermischungen, die gegen trockene Keime fast versagten, bei feuchten einen in's Auge fallenden baktericiden Effect ausübten.

Ob die mittleren Alkoholmischungen, die gegenüber den trockenen Keimen am kräftigsten baktericid wirkten, auch bei feuchten Proben am stärksten desinficirend sind oder ob die keimtödtende Kraft hier mit der Concentration des Alkohols ansteigt, um bei den absoluten (wasserlöslichen) Alkoholen am grössten zu werden, auf diese Frage gaben meine Untersuchungen keine bestimmte Antwort. Versuche, die mit der Einwirkung von absolutem Aethylalkohol und vom Alkohol von 60 Gew.-Proc. (dem kräftigsten von allen Procenten gegenüber trockenen Keimen) auf kleinen Stückchen von Agarculturen beweisen, dass der absolute Aethylalkohol auf feuchten Keimen entschieden kräftiger baktericid wirkt, als der 60 procent. Alkohol. Viel kommt natürlich von der Grösse des Agarculturestückes an, das durch seinen Wassergehalt die Concentration des Alkohols wesentlich vermindern könnte. In den Versuchen, worauf ich hindeutete,

hat der Agarnährboden höchstens ein paar Procent von Wasser dem Alkohol zuführen können.

Ueber der keimtödtenden Kraft der Alkohole ist also bekannt worden, dass sie mit den Moleculargewichten ansteigt, so dass nicht nur isotonische Lösungen eines Alkohols von höherem Moleculargewicht, sondern auch seine Gewicht- und Volumenprocente einem Alkohol mit niedrigerem Moleculargewicht in dieser Beziehung übertreffen. Trocken Keimen gegenüber verhalten sich die mit Wasser in allen Verhältnissen mischbaren Alkohole gleich wie der Aethylalkohol, d. h. sind ohne bedeutendere Einwirkung in absolutem Zustande und in höheren Concentrationen, um in einer gewissen mittleren Stufe recht ansehnliche desinfectorische Kraft zu gewinnen. Gegen feuchte Keime scheint die Desinfectionskraft mit der Concentration zu steigen, so dass der absolute Alkohol kräftiger einwirkt, als seine Verdünnungen mit Wasser.

Die Wasserlösungen von den Alkoholen der Butyl- und der Amylreihen zeigten verhältnissmässig schwaches keimtödtendes Vermögen. Ihre Löslichkeit ist nämlich sehr beschränkt, wie vorher erwähnt wurde. Erst in der Nähe der höchst möglichen Concentrationen besitzen sie eine desinfectorische Kraft, die mit derjenigen übriger Alkohole verglichen werden kann. Eine Ausnahme macht der Tertiärbutylalkohol, der in allen Verhältnissen im Wasser löslich ist. Seine Baktericidität scheint in den mittleren Procenten demjenigen der Propylalkohole annähernd gleich zu kommen.

Der Procentsatz, bei welchem die Alkohole (gegen trockene Keime) die grösste desinfectorische Kraft entfalten, ist in den verschiedenen Reihen ungleich. Beim Methylalkohol liegt dieser Procentsatz bei 60 bis 70 Gew.-Proc., beim Aethylalkohol bei 60 Gew.-Proc., in der Propylreihe bei etwa 30 Gew.-Proc. In der Butyl- und in der Amylreihe sind die gesättigten Lösungen kräftigst wirksam. Der 60 gew.-proc. Methylalkohol ist beinahe ebenso kräftig wie der 60 gew.-proc. Aethylalkohol; beide sind an keimtödtender Kraft dem 30 gew.-proc. Normalpropylalkohol unterlegen. Die gesättigten Wasserlösungen von den Butyl-, Amyl- und Tertiäramylalkoholen stehen den obengenannten an Desinfectionsleistungen nach; der Unterschied unter ihnen an keimtödtender Kraft ist nicht gross. Die gesättigte Amyllösung, etwa $2\frac{1}{2}$ Vol.-Proc., ist die schwächste unter ihnen, dann kommt die gesättigte Tertiäramyllösung, etwa 15 Vol.-Proc., am stärksten wirkt die gesättigte Isobutyllösung, etwa 10 Vol.-Proc. Die in diesem Stück angegebenen relativen Werthe der Alkohole wurden durch Versuche erhalten, in denen die Alkohole an trockenen Proben — an Quarzsteinen angetrockneten Pyogenesemulsionen in Menschenblutserum — einwirkten.

In den Versuchen, aus welchen die Tabellen VI bis IX ausgewählt wurden, sind die Desinfectionsleistungen der Alkohole mit denjenigen einer 1 procent., mehrmals auch mit denjenigen einer 3- und 5 procent. Carbolsäurelösung verglichen. Auch die schwächer wirkenden von den kürzlich vorher erwähnten Alkoholen übertreffen bei Weitem die 1 procent. Carbolsäurelösung; in ihrer Wirkung nähern sie sich der 3 procent. Carbol-säurelösung, ohne jedoch diese zu erreichen. Die kräftigst wirkenden Alkohole, der 60- bis 70 gew.-proc. Methyl-, der 60 gew.-proc. Aethyl- und der 30 gew.-proc. Normalpropylalkohol, kommen der 3 procent. Carbollösung gleich oder übertreffen sie ein wenig. Nach anderen Untersuchungen, für welche ich keine Tabellen aufzuschreiben für nöthig erachte, übertreffen diese Alkohollösungen bedeutend einige von den schwächer wirkenden Antiseptica, wie 4 procent. Borsäure, 4 procent. Boraxlösung, 4 procent. Kaliumchloratlösung, 2 procent. Bleiacetat-, 2 procent. Zinksulfat- und 2 procent. Kupfersulfatlösungen.

Ich wollte diese Untersuchung über die Desinfectionsleistungen der Alkohole nicht abschliessen, ehe ich sie mit den Leistungen einiger der kräftigsten, bekannten Antiseptica verglichen hatte. In dieser vergleichenden Prüfung habe ich Wasserlösungen von Quecksilbersublimat, 1 und 2 pro mille, von Carbolsäure 5 Procent, vom Präparat der schwedischen Pharmokopoe Liquor cresoli saponatus, 2·5 Proc. Kresol enthaltend, Formalin, 5 proc. Lösung = 2 Proc. Aldehyd, und Jodtrichlorid 1 pro mille herangezogen. Wenn man diese Desinfectionsmittel auf Trockenproben, von Wasseremulsionen bereitet, prüfen wollte, sollten sie sicherlich den Alkoholen überlegen sein. Für die vergleichende Untersuchung wählte ich Trockenproben, die mit Serumemulsionen hergestellt waren, in der Berechnung, dass die Alkohole wegen ihres grösseren Diffusionsvermögens unter diesen erschwerten Eindringungsverhältnissen kräftigere und schnellere Desinfection bewirken sollten, als die anderen Mittel. Nach dieser Methode habe ich sechs vergleichende Untersuchungen gemacht, von denen ich eine in der untenstehenden Tabelle abschreibe. Die Resultate der übrigen Versuche dieser Serie stimmen in der Hauptsache mit dem Angeführten überein.

Tabelle XII.

Bakterienproben: Emulsion des Pyogenes in Menschenblutserum an Steinen angetrocknet. Nach der Einwirkung der Antiseptica sind die Proben in sterilem dest. Wasser (bezw. 0·4 pro mille Schwefelammon. für die mit Sublimat behandelten Proben) eingeführt. Nach etwa $\frac{1}{2}$ Stunde Schütteln mit etwa 3 ccm sterilem Wasser, jede Probe $\frac{1}{2}$ Minute, Plattengiessen mit Agar. Zählung der Pyogenescolonien nach 4 Tagen.

		Concentration der Lösungen	Desinfektionsdauer	
			3 Min.	6 Min.
Methylalkohol . . .	60 Gew.-Proc.		33	0
Aethylalkohol . . .	60 „ (2 Proben)	{	100	0
			4000	1
Normalpropylalkohol .	30 „		4	3
Isobutylalkohol. . .	gesättigte Wasserlösungen		5000	0
Amylalkohol . . .			1000	50
Tertiäramylalkohol . }			5	0
Quecksilbersublimat .	2 pro mille		2000	200
Carbolsäure	5 Procent		550	0
Kresollösung	5 Proc. = 2·5 Proc. Kresol		2000	0
Formalin	5 Proc. = 2 Proc. Aldehyd		10000	2000
Jodtrichlorid	1 pro mille		1000	0

Jedermann, der sich mit Desinfektionsuntersuchungen beschäftigt hat, weiss, wie die Resultate von dem einen Versuch zum anderen in einzelnen Details etwas verschieden ausfallen können und wie man erst durch mehrere Versuche zur richtigen Auffassung gelangt. Wie sich die Alkohole betreffs ihrer keimtödtenden Kraft zu einander verhalten, habe ich vorher S. 163 besprochen, und das dabei Geäusserte wird nicht durch die Abweichungen in diesem Versuche verändert. — Was ich mit der Tabelle zeigen will, was sich durch alle sechs Versuche wiederholt hat, das ist, dass das Quecksilbersublimat von 1 und 2 pro mille und die 5 procent. Formalinlösung sich unter den gegebenen Versuchsbedingungen den Alkoholen unterlegen erwiesen haben. Betreffs der Wirkung der 5 procent. Carbolsäure, der Jodtrichloridlösung 1 pro mille und der 5 procent. Kresolseifenlösung stehen sie an Desinfektionsleistung den genannten Alkoholmischungen nahe, aber in einer etwas höheren Stufe. Besonders gilt dies von der 5 procent. Carbolsäurelösung, die von allen — natürlich unter den gegebenen Bedingungen — die kräftigste erschien. — Für die Desinfection von Gegenständen, von der Haut und anderen, die mit eingetrocknetem Eiter verunreinigt wurden, sind Sublimat- und Formalinlösungen nicht wirksam genug; für diesen Zweck wähle man lieber 5 procent. Carbol- oder Kresollösungen oder Alkohollösungen der kurz vorher besprochenen Concentrationen.

Zusammenfassung der Resultate.

1. Betreffs ihrer Desinfectionsleistungen reihen sich die Alkohole nach den Moleculargewichten; der Methylalkohol ist der schwächste, der Amylalkohol ist der kräftigste. Ausnahmen von der Regel machen die tertiären Alkohole; der Tertiärbutylalkohol wirkt nämlich schwächer als die Propylalkohole, der Tertiäramylalkohol schwächer als die Butylalkohole. Die Abhängigkeit der Desinfectionsleistungen von den Moleculargewichten kommt nicht nur zum Vorschein, wenn isotonische Lösungen der Alkohole geprüft werden, sondern tritt auch, wenn gleiche Gewicht- oder Volumenprocente derjenigen mit einander verglichen werden, hervor. Die Entwicklung des *M. pyogenes* in Bouillon wurde von 1 Gew.-Proc. Isoamylalkohol, von 2 Procent Normal- und Isobutylalkohol, von 4 Procent Normal- und Isobutylalkohol, von 6 Procent Aethyl- und von 8 Procent Methylalkohol gehemmt. Bezüglich der Entwicklungshemmung des *M. pyogenes* hat 0.1 Normallösung des Amylalkohols gleich kräftige Wirkung wie 0.3 Normallösung der Butylalkohole, wie 0.5 Normallösung der Propyl-, wie 1.3 und 2.5 Normallösungen der Aethyl- bzw. Methylalkohole.

2. Die isomeren Normal- und Isoalkohole der Propyl- und der Butylreihe sind einander an Desinfectionswirkung annähernd gleich.

3. Das Vermögen der Alkohole, rothe Kaninchenblutkörperchen zu lösen, steigt mit den Moleculargewichten und steigt gleich wie beim Entwicklungshemmen in stärkerer Progression als letztere. Während der Amylalkohol die rothen Blutkörperchen schon bei 0.6 Gew.-Proc. völlig auflöst, bewirkt der Methylalkohol dieses erst bei 11.6 Gew.-Proc.

4. In der Methylreihe wirkt — trockenen Keimen gegenüber — die 60- bis 70 gew.-proc. Alkoholwassermischung am kräftigsten in der Aethylreihe der 60 procentige, in der Propylreihe der 30 procentige. In den übrigen Reihen, wo die Löslichkeit beschränkt ist, sind die gesättigten Wasserlösungen der Alkohole die kräftigsten, d. h. der 10 vol.-proc. Isobutylalkohol, der 2.5 vol.-proc. Amylalkohol und der 15 vol.-proc. Tertiäramylalkohol. Nach ihrem baktericiden Vermögen reihen sich die Alkohole folgender Weise 30 gew.-proc. Propylalkohol, 60 gew.-proc. Aethyl, 60 procent. Methylalkohol, gesättigte Wasserlösungen des Isobutyl-, des Tertiäramyl- und des Amylalkohols.

5. Von diesen Alkoholmischungen leisten alle mehr als die 1 procent. Carbonsäurelösung und nähern sich in ihren Wirkungen der 3 procent. Carbonsäure.

6. Keiner von den Alkoholen tödtet bei Zimmertemperatur Sporen.

7. Alle absoluten Alkohole sind gegen trockene Keime beinahe wirkungslos. Das Gleiche gilt den höchsten Concentrationen der wasserlöslichen Alkohole.

8. Gegen feuchte Keime scheinen die höchsten Concentrationen der wasserlöslichen Alkohole wenigstens ebenso kräftig wie die mittleren zu wirken.

9. Die kräftigst wirkenden Alkoholmischungen übertreffen bedeutend einige schwächeren Antiseptica, wie 4 procent. Borsäurelösung, 4 procent. Boraxlösung, 4 procent. Kaliumchloratlösung, 2 procent. Bleiacetat, 2 procent. Zinksulfat- und 2 procent. Kupfersulfatlösungen.

10. Unter gewissen Bedingungen (gegen in Serum eingetrocknete Pyogeneskeime) erwiesen sich die Alkohole kräftiger desinficirend sogar als 2 pro mille Quecksilbersublimat und 5 procent. Formalinlösung, welches Verhältniss wohl auf das grössere Eindringungsvermögen der Alkohole beruht. Unter den besprochenen Bedingungen näherten sich die Alkohole an Wirkung der Kresolseifenlösung, 2·5 procent. Kresol enthaltend, der 1 pro mill. Jodtrichloridlösung und der 5 procent. Carbolsäurelösung, ohne jedoch wenigstens die Desinfectionskraft der letztgenannten Lösung zu erreichen.

Litteratur-Verzeichniss.

1. Ferdinand Epstein, Zur Frage der Alkoholdesinfection. *Diese Zeitschrift*. 1897. Bd. XXIV. S. 1.
 2. R. Minervini, Ueber die baktericide Wirkung des Alkohols. *Ebenda*. 1898. Bd. XXIX. S. 117.
 3. Germund Wirgin, Zur Wirkung des Aethylalkohols auf Mikroorganismen. *Ebenda*. 1902. Bd. XL. S. 307.
 4. U. Gayn und E. Dubourg, Sur les vins mannités. *Annales de l'Institut Pasteur*. 1894. T. VIII. p. 108.
 5. Zeidler, Ueber eine Essigsäure bildende Thermobakterie. *Centralblatt für Bakteriologie*. Abth. II. Bd. II. S. 729.
 6. Saul, Ueber die Desinfectionsenergie siedender Alkohole. *Archiv für klin. Chirurgie*. Bd. LVI. S. 686.
 7. H. Buchner, F. Fuchs u. L. Megele, Wirkungen von Methyl-, Aethyl- und Propylalkohol auf den arteriellen Blutstrom bei äusserer Anwendung. *Archiv f. Hygiene*. 1901. Bd. XL. S. 347.
 8. W. Seifert, Beiträge zur Physiologie u. Morphologie der Essigsäurebakterien. *Centralblatt für Bakteriologie*. Abth. II. Bd. III. S. 337.
-