

Zur Theorie und Praxis der chemischen Desinfektion.

(Nach Versuchen der Herren Dr. Wasmuth, Dr. Sonntag, Dr. Müller
und Dr. Rodewald.)

Von
Martin Hahn.

Bei der Erörterung chemischer Desinfektionswirkung werden leider Theorie und Praxis nicht immer in dem ihnen gebührendem Umfange berücksichtigt. Die *theoretischen* Erörterungen und Feststellungen haben sich als äußerst wertvoll erwiesen, wenn es sich um die rein biologische Erkenntnis und um die Auffindung neuer Desinfektionsmittel handelt. Die *praktische* Ausführung aber der chemischen Desinfektion, namentlich in der chirurgischen Praxis, muß meist noch durch ganz andere Gesichtspunkte bestimmt werden, als sie die theoretische Forschung geben kann. In bezug auf Konzentration und Zeit der Einwirkung ist der Chirurg zu Rücksichten auf das operative Vorgehen selbst, auf anatomische Verhältnisse, auf die Empfindlichkeit der Körpergewebe gezwungen, die sich nicht immer mit den theoretischen Erkenntnissen vereinigen lassen. Um hier eine Brücke zu schlagen, ist es vor allem wünschenswert, die theoretischen Feststellungen über den Desinfektionswert in einer Weise vorzunehmen, die nicht nur das Verhalten der Bakterien zu den Desinfektionsmitteln im Reagensglas, sondern auch im Tierkörper und damit auch die Mitwirkung der Körperabwehrkräfte bei den Vorgängen berücksichtigt. Daraus ergibt sich eigentlich schon ohne weiteres die Forderung, bei der Prüfung *nicht nur* das Wachstum auf *künstlichen Nährböden*, sondern auch das *Tierexperiment* heranzuziehen, was bis in die neueste Zeit hinein nur in beschränktem Umfange geschehen ist. Lange Zeit hindurch hat man nur bei solchen Bakterienarten, wo die Reinzüchtung auf künstlichen Nährböden gewisse Schwierigkeiten bereitet, wie bei den Tuberkelbacillen für die Desinfektionsprüfung, z. B. des Sputums, auch den Tierversuch benutzt, obwohl schon die älteren *Geppertschen* Arbeiten auf die Wichtigkeit einer allgemeinen Anwendung des Tierversuchs hätten hinweisen müssen. Erst in neuester Zeit haben dann eine Anzahl Theoretiker und Praktiker, wie *Morgenroth* und *Abraham*, *Brunner* und *Gonzenbach*, *Schlofer*, *Suter*, *Jander*, *Lebsche*, *Keysser*, *Feiler* mit Streptokokken, Staphylokokken, Erdsproren und Diphtheriebacillen künstlich gesetzte Wunden der Versuchstiere infiziert und den Ablauf

der Infektion unter Einwirkung verschiedener Antiseptica des näheren studiert. Diese Versuche gehen alle darauf hinaus, die Verhältnisse nachzuahmen, wie sie sich bei der frischen Spontaninfektion der Menschen ergeben. Es muß aber doch etwas fraglich erscheinen, ob es jemals gelingen wird, die tausendfältigen je nach Art und Sitz, nach Tiefe und Ausdehnung der spontanen Verletzung, nach Virulenz und Art der Erreger verschiedenartigen Verhältnisse durch das Experiment in einer für praktische Schlußfolgerungen genügenden Weise nachzuahmen. Vor allem ist es aber auch bei positivem Ausfall, also Sterilisierung der Wunde, auf diese Weise kaum möglich — und das ist für die theoretischen wie praktischen Fortschritte in gleichem Maße wichtig — festzustellen: Was hat das Desinfektionsmittel, was haben die Abwehrkräfte des Tierkörpers in dem vorliegenden Falle geleistet? Weiter aber finden in den meisten dieser Versuche die theoretischen Resultate nicht genügend Berücksichtigung, welche die Arbeiten von *Beckhold* und seinen Mitarbeitern, von *Gegenbauer*, vor allem aber von *Süpfle* und seinen Schülern über die Art der Einwirkung von Desinfektionsmitteln auf Bakterien und über eine einwandfreie Feststellung der endgültigen Abtötung gebracht haben.

Für diese Einwirkung gibt es, soweit man es bis jetzt übersehen kann, drei Möglichkeiten, die je nach der Art des Desinfektionsmittels, je nach seiner Konzentration, mitunter vielleicht auch seiner Wirkungsdauer eintreten können, wobei auch das Suspensionsmittel (Bouillon, Kochsalzlösung, Eiweißlösung) von Bedeutung sein dürfte (*Hahn* und *Remy*). Dabei ist zu betonen, daß auch bei demselben Desinfektionsmittel (Sublimat) nach sehr eingehenden Untersuchungen, die *Wasmuth* neuerdings im Freiburger Hygienischen Institut ausgeführt hat, je nach der Konzentration verschiedene Arten der Einwirkung eintreten können. Wieweit auch die Bakterienart von Einfluß auf die Wirkungsart des gleichen Desinfektionsmittels ist, dazu bedarf es noch weiterer ausgedehnter Untersuchungen. Einstweilen haben Versuche, die *Sonntag* im Freiburger Institut angestellt hat, ergeben, daß die säurefesten Bakterien, deren abweichende chemische Beschaffenheit wohl außer Zweifel steht, das Trypaflavin in der gleichen Weise aufnehmen wie nichtsäurefeste Bakterienarten, daß dagegen sich bei Heubacillensporen im Gegensatz zu den vegetativen Formen der gleichen Art die Aufnahme etwas anders gestaltet, was aber noch nicht von grundlegender Bedeutung zu sein braucht.

Die drei hier in Betracht kommenden Möglichkeiten der Aufnahme sind:

1. die Adsorption,
2. die Verteilung im Zweiphasensystem nach dem *Henryschen* Gesetz,
3. die chemische Bindung.

Alle diese Möglichkeiten lassen sich prüfen, wenn man unter Anwendung verschiedener Konzentrationen das Desinfektionsmittel mit dichten Bakterienaufschwemmungen zusammenbringt und die von den Bakterien aufgenommene Menge des Antisepticums quantitativ feststellt, am einfachsten dadurch, daß man die Konzentration der Desinfektionslösung vor und nach Ablauf des Versuches und nach Abzentrifugieren der Bakterien bestimmt. Solche Versuche sind schon früher u. a. von *Chick* und *Martin*, von *Gegenbauer* angestellt worden und neuerdings von mir und *Remy* wiederaufgenommen worden. Sie liegen auch den oben erwähnten Untersuchungen von *Wasmuth* und *Sonntag* zugrunde, die demnächst in dieser Zeitschrift ausführlicher publiziert werden sollen. Die Ergebnisse lassen sich kurz etwa folgendermaßen zusammenfassen: Beim Trypaflavin erfolgt, gleichviel, ob es sich um *Bacterium Coli*, um säurefeste oder nicht säurefeste Bakterien handelt, in dem untersuchten Konzentrationsbereich von 0,1–1% die Aufnahme in der Weise, daß die von den Bakterien aufgenommene Menge des Desinfiziens mit *steigender* Konzentration des Trypaflavins *relativ abnimmt*. Schon das spricht für eine Adsorptionserscheinung. Trägt man die in der dispersen Phase, den Bakterien, enthaltenen Gramme Trypaflavin auf die Abszisse, die in der Lösung gebliebenen auf die Ordinate ein, so erhält man *eine typische Adsorptionskurve nach Freundlich*, die zunächst rasch ansteigt, um nachher langsam abzufallen (*Sonntag*). Auch für die *Hefe* und *Sarcine* konnte bei Sublimat in niedrigeren Konzentrationen (bis etwa 2,5proz. Lösung) *Wasmuth* auf diese Weise eine Aufnahme durch *Adsorption* feststellen. Dagegen ergab sich bei höheren Konzentrationen (bis 6,5%), wie sie für die Praxis der Desinfektion gar nicht in Betracht kommen, eine Verteilung nach dem *Henryschen* Gesetz, d. h. das Verhältnis der von den Bakterien aufgenommenen Sublimatmenge c zu der nicht aufgenommenen, also in Lösung verbliebenen c_1 , ist ein konstantes

$$\frac{c}{c_1} = k.$$

Eine chemische Bindung, bei welcher unabhängig von der Konzentration gleiche Mengen der Bakterien auch gleiche Mengen des Desinfektionsmittels hätten aufnehmen müssen, ließ sich weder für das Trypaflavin (bis 1%) noch für das Sublimat (bis 6,5%) bei den untersuchten Bakterienarten feststellen. Man kann also daraus schließen, daß bei den untersuchten vegetativen Bakterienarten und für die Konzentrationen von *Sublimat* und *Trypaflavin*, die *praktisch gewöhnlich angewandt werden*, die Aufnahme der beiden Desinfektionsmittel durch *Adsorption* erfolgt. Damit ist es gelungen, in völlig einwandfreier Weise früher aufgestellte Anschauungen und angestellte Versuche, wie sie

für andere Fälle von *Beckhold* und seinen Mitarbeitern, von *Kroner* und *Naumann* u. a. angeführt worden sind, aber auch nicht unbestritten geblieben sind, zu bestätigen.

Hier ist also mit Hilfe der *chemischen* Methode für die in Untersuchung gezogenen Fälle der Nachweis erbracht, daß der Desinfektionsvorgang auf Adsorption beruht. *Süpfle* und seinen Mitarbeitern (*Müller*, *Engelhardt*) ist aber dieser Nachweis auch auf biologischem Wege gelungen. Sie konnten zunächst nicht nur auf dem üblichen Wege durch Behandlung mit Schwefelammonium Milzbrandsporen, die mit hohen Konzentrationen von Sublimat lange Zeit hindurch behandelt waren, wieder zum Leben erwecken, so daß das vorher ausgebliebene Wachstum auf optimalen Nährböden wieder eintrat: Es zeigte sich, daß schon ein ausgiebigeres Waschen mit indifferenten Lösungen (Wasser, Kochsalz), als es bisher üblich war oder ein wochenlanges Einlegen von mit Sublimat behandelten Sporenfäden in Wasser genügt, um solche schein-toten Bakterien wieder zum Wachstum zu bringen. Sprach der Erfolg dieser Entgiftungsmethode schon für eine Adsorptionswirkung des Sublimats, so wurde eine dritte neue Entgiftungsmethode, die von *Süpfle* und *Alfred Müller* sowie von *Engelhardt* angewandt wurde, geradezu ausschlaggebend: es gelang ihnen, mit Sublimat behandelte Milzbrandsporen, Staphylokokken, *Mikrococcus concentricus* dadurch wieder zum Wachstum zu bringen, daß sie Suspensionen nach der Sublimateinwirkung mit einem *stärkeren Adsorbens*, nämlich mit *Tierkohle* behandelten! Milzbrandsporen, die 11–17 Tage in 5proz. Sublimatlösung, 35 Tage in 0,1proz. gelegen hatten, Staphylokokken, die 72 Stunden mit 1proz. Sublimatlösung behandelt waren, erwiesen sich noch als lebensfähig, allerdings hatte schon früher *Gegenbauer* durch Benutzung von Albuminbouillon (*Ottolenghi*) als Kulturmedium noch nach 100tägiger Einwirkung von 0,01–1% Sublimat bei Milzbrandsporen Wachstum feststellen und neuerdings die Konzentration auf 3% ohne Änderung des Resultats erhöhen können, was eigentlich an sich schon wenig für eine chemische Bindung und eher für eine Adsorption spricht. So ist also von *Süpfle* und seinen Mitarbeitern auch auf biologischem Wege der Beweis für die adsorptive Bindung des Sublimats, soweit es sich um die üblichen Konzentrationen handelt, erbracht worden. Weitere Untersuchungen müssen Aufklärung über die wichtige Frage bringen, ob eine Adsorption überhaupt zu einer völligen Abtötung der Bakterienzelle führen kann oder, ob *dazu* unter allen Umständen die beiden andern Aufnahmearten (Verteilung nach dem *Henryschen* Gesetz oder chemische Bindung) notwendig sind. Es muß also auch festgestellt werden, ob Adsorption nur gleichbedeutend mit Entwicklungshemmung ist, wobei auch die sorgfältigen *Süpfleschen* Methoden zur Anwendung kommen müssen.

Es könnte scheinen, als ob all diese Versuche über die Art der Aufnahme chemischer Desinfektionsmittel und insbesondere die Feststellung einer Adsorption nur ein theoretisches Interesse hätten, man könnte z. B. annehmen, daß die adsorptive Bindung des Desinfiziens an die Bakterienzelle immerhin stark genug sei, um eine Infektion des Tierkörpers zu verhüten, daß der Tierkörper also unter allen Umständen nicht imstande sei, die Entgiftung und Wiedererweckung der „and-infizierten“ Infektionserreger in gleichem Maße herbeizuführen, wie sie durch das Waschen mit indifferenten Lösungen oder durch die Behandlung mit einem stärkeren Adsorbens bewirkt wird. Gegen eine solche Annahme sprechen aber eigentlich schon die älteren Versuche *Gepperts*, in denen es ihm gelungen war, in einzelnen Fällen, wo kein Wachstum der behandelten Bakterien auf Nährböden mehr nachzuweisen war, mit ihnen erfolgreiche Infektionsversuche an Tieren auszuführen. Es erschien mir aber doch durchaus notwendig, auf Grund einer verbesserten Methodik und neuerer Erfahrungen eine größere Reihe von Versuchen anstellen zu lassen, welche die Herren Dr. med. vet. *Alfred Müller* und Dr. med. *Karsten Rodewald* im Freiburger Hygienischen Institut ausgeführt haben. Diese Versuche sollten vor allem auch klarstellen, ob das Ausbleiben des Wachstums auf künstlichen und möglichst günstigen Nährböden nach ausgiebigem Waschen für die endgültige Feststellung der Abtötung genügend sei, oder ob der Tierversuch sich auch dieser von *Süpfle* und seinen Mitarbeitern sowie *Gegenbauer* angewandten Methode noch überlegen zeige. Als Testobjekte wurden von Herrn Dr. *Müller* Suspensionen von Milzbrandsporen, von Herrn Dr. *Rodewald* Suspensionen von Geflügelcholera und Streptokokken in Kochsalzlösung benutzt. Es wurden absichtlich nur solche Bakterienarten gewählt, die für Mäuse auch in kleinsten Dosen eine ausgesprochene Virulenz besitzen, und ihre Virulenz wurde durch Tierpassage vor und während der Versuche aufrechterhalten. Aus diesem Grunde mußte z. B. auf die Benutzung von Staphylokokken verzichtet werden, weil diese eine zu wechselnde Virulenz für Mäuse aufweisen. Seidenfäden und Suspensionen wurden in der üblichen Weise der Einwirkung des Desinfektionsmittels unter häufigem Umschütteln in großen Zentrifugengläsern ausgesetzt und nach Ablauf bestimmter Zeiten im allgemeinen mit der vielfachen Menge Kochsalzlösung gewaschen, so daß auf 1 ccm Suspension z. B. 50 ccm NaCl-Lösung kamen, die noch 3—4 mal erneuert wurde. Als Antiseptica wurden benutzt Sublimat 1 : 1000, Carbol-säure 3 : 100, Trypaflavin 1 : 1000 und 1 : 200, um so Repräsentanten dreier verschiedener Gruppen zu prüfen. Die Entgiftung mit Schwefelammonium ließ sich bei Sublimat deswegen nicht durchführen, weil anscheinend die Mäuse gegen kleine Überschüsse von Schwefelammonium äußerst empfindlich sind (*Müller*). Die Prüfung auf Sterilität erfolgte

einerseits durch Verimpfung auf flüssige und feste Nährböden (Serumbouillon und Agar), andererseits durch subcutane Verimpfung auf Mäuse. Wenn hier zur Infektion der Tiere große Mengen von Bakterien, wie sie praktisch in einer infizierten Wunde nicht vorkommen dürften, genommen wurden, so geschah das selbstverständlich nur zur Sicherung eindeutiger Versuchsergebnisse. Dabei wurden die steril befundenen Nährböden nach längerer Beobachtung nachträglich noch mit frischen unbehandelten Kulturen der gleichen Art beimpft, um eine Entwicklungshemmung im gewöhnlichen Sinne auszuschließen, wobei in allen Fällen üppiges Wachstum eintrat. Die Tierversuche wurden aber nur dann als positiv bewertet, wenn die betreffende Bakterienart sich mikroskopisch und kulturell oder durch den Tierversuch in den inneren Organen nachweisen ließ. Mitunter erwies es sich als notwendig, durch Erzeugung eines Calciumphosphatniederschlags, eine Prozedur, die sich bei Kontrolluntersuchungen als völlig harmlos erwies, die Trennung von Bakterien und Waschflüssigkeit zu erleichtern.

Die Ergebnisse dieser sehr mühevollen und nicht sehr leicht durchzuführenden Versuche sind in der folgenden Tabelle kurz zusammengestellt.

Desinfektionsmittel	Bakterienart	Kein kulturelles Wachstum nach einer Desinfektionsdauer von:	Wachstum im Tierkörper (Tod) noch nach einer Desinfektionsdauer von:
Sublimat 1:100	Geflügelcholera	7 Minuten	3 Stunden
" 1:100	Streptokokken	15 "	1 "
Carbolsäure 3%	Geflügelcholera	15 "	1 "
" 3%	Streptokokken	7 "	1/2 "
Trypaflavin 1:1000 . . .	Geflügelcholera	15 "	6 "
" 1:200	Streptokokken	48 Stunden	48 "
Sublimat 1:1000	Milzbrand	1 Tag	3 Tage

Welche Schlüsse lassen sich nun aus diesen Resultaten ziehen? Zunächst, daß auch durch den Tierversuch eine Entgiftung und Wiedererweckung der scheinbaren toten Bakterien herbeigeführt werden kann. Es wird also durch den Tierversuch, ebenso wie durch die anderen Entgiftungsmethoden, das Stadium der Entwicklungshemmung als ein sich viel weiter erstreckendes erwiesen, wie man es früher annahm. Dabei ist zu bedenken, daß hier mit drei verschiedenen Desinfektionsmitteln in den gebräuchlichen Konzentrationen, mit einer Sporenart und zwei verschiedenen vegetativen Bakterienarten gearbeitet wurde und die Resultate durchaus eindeutig bei sorgfältiger Durchführung ausgefallen sind! Daß die Entgiftung durch den Tierkörper für *theoretische* Untersuchungen den anderen Entgiftungsverfahren (Kohle, chemische Entgiftung usw.) unbedingt vorzuziehen

sei, soll trotzdem keineswegs behauptet werden. Ebenso wenig, daß hier ein besonders scharf abgrenzbares Stadium vorliege, in dem die Bakterien kein Wachstum auf Nährböden mehr zeigen, aber noch tierpathogen sind. Es ist vielmehr anzunehmen, daß z. B. durch sehr langes Waschen oder Verweilen in Wasser auch die Wachstumsfähigkeit auf Nährböden hätte wieder hergestellt werden können. Aber es wären möglicherweise Verluste an Virulenz eingetreten, die wir vermeiden wollten.

Will man aber Schlüsse für die praktische Ausführung der Desinfektion aus den Prüfungen ziehen, so muß der Tierversuch an erster Stelle stehen. Daß er, um zu eindeutigen Resultaten zu gelangen, mit *großen* Bakterienmengen angestellt werden muß, die den Verhältnissen der Spontaninfektion nicht entsprechen, spricht durchaus nicht gegen seine praktische Verwertung, wenn sie mit Kritik vorgenommen wird. Es muß vor allem immer das Stadium der Entwicklungshemmung möglichst abgegrenzt werden. Das ist aber nur möglich, wenn der Eintritt der *völligen Abtötung sicher festgestellt ist*. Dazu muß man unbedingt aber mit großen Bakterienmengen arbeiten, die es erlauben, durch intensive Waschprozeduren den größten Teil des Desinfiziens zu entfernen, ehe der Tierversuch vorgenommen wird. Im übrigen ist es z. B. auch bei allen *technischen* Prüfungen (Druckfestigkeit usw.) üblich, in den Anforderungen weit über das praktisch notwendige Maß hinauszugehen. Solange die Verfechter der Anwendung kleiner Bakterienmengen, wie *B. Lange*, nicht angeben können, wie man mit ihren Methoden zu einer *völlig sicheren Scheidung von Entwicklungshemmung und Abtötung* gelangt, erscheinen mir ihre Einwände gegen die Verwendung großer Bakterienmengen praktisch nicht bedeutungsvoll.

Es fragt sich, ob man nach diesen Versuchen schon zu Schlüssen namentlich in bezug auf die Wunddesinfektion und die Behandlung von chirurgischen Infektionsprozessen berechtigt ist. Ich glaube diese Frage bejahen zu müssen, wenngleich eine Fortführung der Versuche durchaus wünschenswert ist. M. E. beweisen diese Tierversuche mit großen Bakterienmengen, daß es auch unter den natürlichen Verhältnissen der Spontaninfektion mit ihrer sehr viel kleineren Bakterienzahl bei den üblichen Wunddesinfektionsverfahren (Abtupfen, Abwaschen, kurzes Ausspülen) wahrscheinlich gar nicht immer zu einer wirklichen Abtötung der Bakterien durch *das Desinfektionsmittel selbst* kommt. Der Erfolg der Antiseptik wird neben der mechanischen Entfernung einer gewissen Bakterienzahl bei der Kürze der Einwirkung, die sich höchstens auf wenige Minuten bemißt, nur in einer Entwicklungshemmung bestehen. Aber diese genügt dann schon, um die Zahl der Keime so niedrig zu halten, daß nun, wenn der Säftestrom des Tierkörpers die Bakterien allmählich von dem Desinfiziens befreit, die wieder

zum Leben erweckten Keime von den natürlichen Abwehrkräften des Tierkörpers (Bactericidie der Körpersäfte, Phagocytose) leicht bewältigt werden können.

Voraussetzung für die Abtötung ist allerdings auch der Kontakt mit den lebenden Zellen und den unveränderten Körpersäften. Diese Voraussetzung ist nicht gegeben, wenn z. B. durch die Art der Verletzung oder durch die Anwendung starker Antiseptica nekrotisiertes Gewebe, wenn durch mangelhafte Blutstillung Koagula vorhanden sind.

Betrachtet man von diesen Gesichtspunkten ausgehend die jetzt üblichen Verfahren der chirurgischen Wundbehandlung, so müssen die meisten auch als theoretisch gut begründet erscheinen. Das möglichst schonende Vorgehen, der Verzicht auf eingreifende Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen bei glatten Verletzungen, die voraussichtlich nicht infiziert sind, wie bei Gewehrschüssen und Operationswunden, ist ebenso berechtigt, wie die ausgiebige Anfrischung der Wundränder bei komplizierten Wunden, und deren Ausspülung mit indifferenten oder höchstens schwach konzentrierten, noch nicht gewebsschädigenden antiseptischen Lösungen. Die prophylaktische Tiefenantisepsis wird nur dann zuzulassen sein, wenn sie keine Gewebsschädigungen auch der geringsten Art setzt und demgemäß die natürlichen Abwehrkräfte nicht beeinträchtigt, was eines sorgfältigen Studiums bedarf. Bei den eigentlichen Infektionsprozessen, z. B. ausgedehnten Phlegmonen, wird neben mechanischen Maßnahmen auf die Anwendungen antiseptischer Lösungen wohl selten verzichtet. Die Unterstützung der natürlichen Abwehrkräfte durch aktive und passive Hyperämie sind gleichfalls seit langem gebrauchte Maßnahmen.

So berechtigt also im allgemeinen die übliche chirurgische Wundbehandlung auch vom theoretischen Standpunkt aus erscheint, als so fehlerhaft muß, für die Zwecke der Chirurgie wenigstens, das Suchen nach immer neuen, noch stärker und in kürzerer Zeit wirksamen Desinfizienzien und der übliche Prüfungsmodus, der nur das Wachstum auf Nährböden berücksichtigt und dabei doch auf völlige Abtötung hinzielt, erscheinen. Im Tierkörper wird sich, wenn es sich nicht um dauernde Einwirkung des Antisepticums in starken Konzentrationen oder um nur sehr vereinzelte Infektionserreger handelt, nur selten eine völlige Abtötung direkt durch das Desinfizien erzielen lassen, und wo einmal eine solche wirklich gelingt, werden Gewebsschädigungen und damit teilweises Lahmlegen der natürlichen Abwehrkräfte wohl selten ausbleiben. Will man die völlige Abtötung sicher feststellen, so ist es praktisch am naheliegendsten, auch den Tierversuch dafür heranzuziehen. Bei der Beurteilung des Desinfektionswertes ist aber vor allem darauf Wert zu legen, daß die Phase der Entwicklungshemmung — also das, was in praxi meist nur erreicht werden kann — schon bei

kurzer Einwirkungsdauer und schwacher, nicht erheblich gewebsschädigender Konzentration eintritt, d. h. eine minimale Konzentration des Antisepticums muß genügen, um die Vermehrung der Bakterien hintenanzuhalten und damit der Abtötung durch den Tierkörper die besten Chancen zu geben. Derartig wirkende Antiseptica sind es, die auch in der Praxis Erfolg versprechen, denn die Loslösung des von den Bakterien adsorbierten Desinfiziens wird sich allmählich in dem Maße vollziehen, als sich die Zirkulationsverhältnisse bessern, und es kommt darauf an, daß bis zu dieser Normalisierung noch immer genügende Mengen des Antisepticums am Keime haftenbleiben, die eine Vermehrung hindern. Dabei darf natürlich für die praktisch zu verwendende Konzentration nicht die geringe gewählt werden, die gerade noch Entwicklungshemmung zeigt, sondern eine höhere, die noch keine erhebliche Gewebsschädigung hervorruft. Ferner muß ich nach Versuchen, die ich mit *Remy* über die Adsorption von Sublimat und Trypaflavin durch Bakterien angestellt habe, darauf Wert legen, daß — entsprechend auch früheren Feststellungen von *Ehrlich* und *Bechhold* — die Einwirkung des Desinfiziens auf die Bakteriensuspensionen bei den Prüfungen in einem *eiweißreichen Lösungsmittel*, z. B. Serum, stattfindet, das den Verhältnissen im Tierkörper mehr entspricht, und in dem nach unseren zahlenmäßigen Feststellungen mit großen Bakterienmassen die von den Bakterien adsorbierte Desinfiziensmenge viel geringer ist als in wäßrigen Lösungen.

Es bestätigt sich also auch hier wieder, was *Karl Flügge* schon in einer der ersten Darstellungen der Desinfektionslehre in dem Handbuch der Hygiene, *Pettenkofer-Ziemssen* im Jahre 1883 gesagt hat: „Für die gleichen Pilze hängt das Maß der Wirkung stets noch von den übrigen gleichzeitig vorhandenen Lebensbedingungen ab. Eine allgemein gültige Skala über den Wert der wachstumhemmenden Mittel ist daher eigentlich gar nicht zu geben.“ Es ist ferner bemerkenswert, daß die damals von *Flügge* angeführten ersten Desinfektionsversuche von *R. Koch* zum Teil in Serum ausgeführt sind.

Weitere Versuche z. B. über die Einwirkung von Alkohol und höheren Temperaturen sind im Gange und werden hoffentlich über diese *auch allgemein biologisch wichtigen Fragen* noch mehr Aufschluß bringen.