Zeitschrift: Schweizer Archiv für Tierheilkunde SAT : die Fachzeitschrift für Tierärztinnen und Tierärzte = Archives Suisses de Médecine Vétérinaire ASMV : la revue professionnelle des vétérinaires

Herausgeber: Gesellschaft Schweizer Tierärztinnen und Tierärzte

Band: 56 (1914)

Heft: 8-9

Artikel: Von welchen Faktoren ist die Wirkung unserer Desinfektionsmittel abhängig? [Schluss]

Autor: Frei, Walter

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-590361

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 12.12.2025

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

Paratuberkulose wird wohl nie erfolgreich sein, wie ja schon die Erfahrungen mit den andern Säurefesten gelehrt haben.

Die Beziehungen des Leprabazillus zum Paratuberkulosebazillus ist ein weiterer beachtenswerter Punkt, über den in meinem Institut verschiedene Untersuchungen im Gange sind.

Über die Behandlung der chronischen Darmentzündung berichtet kürzlich M'Fadyean[1]), indem er einen mit Eisensulfat und verdünnter Schwefelsäure geheilten Fall beschreibt. Die Anwendung des Medikamentes geschah nach der folgenden Vorschrift[2]).

Eisenoxydulsulfat
Verdünnte Schwefelsäure . . 142.0 $\overline{aa}$
Aqua font. q. s. 564.0
D. S. Täglich 30.0 in 564 cm^3 Wasser einzugeben.

Seine Beobachtungen an andern Fällen, die in ähnlicher Weise behandelt wurden, veranlassten ihn, diesen, so weit ich die Literatur überblicken kann, alleinstehenden Fall zu veröffentlichen. Es wäre angezeigt, wenn auch in der Schweiz ähnliche Versuche und Beobachtungen unternommen würden.

Von welchen Faktoren ist die Wirkung unserer Desinfektionsmittel abhängig?

Von Prof. Dr. Walter Frei, Zürich,
Direktor des veterinär-pathologischen Institutes der Universität.

(Schluss.)

Die Bedeutung der Zusammensetzung und der Eigenschaften des Mediums für den Desinfektionsverlauf.

Während im allgemeinen bis heute hauptsächlich Zusammensetzung und Eigenschaften des Desinfektionsmittels als vor allen Dingen den Verlauf der Desinfektion bedingend

[1]) Journal f. Compar. Pathol. 27, 1914, p. 76.
[2]) Übersetzt vom Verfasser.

hingestellt wurden und die Rolle des Mediums wenig Berücksichtigung fand, wollen wir im folgenden zu zeigen versuchen, dass dem Medium zufolge seiner natürlichen physikalischen Eigenschaften und zufolge der Modifikation dieser Eigenschaften durch Zusätze eine wesentliche Bedeutung zukommt. Die Funktion der dritten Substanzen wollen wir ebenfalls in den Kreis unserer Betrachtungen einbeziehen.

Das Medium, in den allermeisten Fällen Wasser, ist vor allem das Lösungsmittel für das Desinfiziens, der Träger desselben, der Vermittler zwischen dem Gift und den Zellen. Wenn auch z. B. eine trockene, mit Bakterien behaftete Fläche, eine Schmutzschicht, ausgetrocknete Dejekte desinfiziert werden, so wird doch das Desinfektionsmittel durch das Medium an die Bakterien herangebracht, die Krusten werden durchweicht, mit Flüssigkeit durchtränkt und die Desinfektion findet schliesslich doch in einem flüssigen Medium statt. Es ist der Weg, den die Moleküle oder Kolloidteilchen zurückzulegen haben, auf dem bei dieser, Diffusion genannten Wanderung, verschiedene Hindernisse sich entgegenstellen können. Der Diffusion hinderlich ist z. B. ein sehr visköses, zähes Medium, wie es durch schleimige Massen (Sputum, schleimig-katarrhalische Exsudate usw.) repräsentiert wird, überhaupt durch Eiweisslösungen. Wir wollen die verschiedenen Funktionen des Mediums mit Bezug auf ihre Bedeutung für die Desinfektion der Reihe nach untersuchen.

Das Medium als Lösungsmittel. Es ist gesagt worden, dass die Desinfektionsmittel nur wirken können, wenn sie molekular oder kolloid gelöst, also jedenfalls fein verteilt sind. Denn nur in diesem Zustand ist eine Annäherung an die zu vergiftenden Zellen möglich, nur so kann die Distanz zwischen ihnen und den Giftteilchen möglichst gering, in kurzer Zeit durcheilbar gemacht werden. Nun ist oben auseinandergesetzt worden, dass auch die Be-

standteile der Bakterien Lösungsmittel für das Desinfiziens darstellen und dass sich dasselbe nach dem Verteilungsgesetz sowohl in den Bakterien als auch in dem Medium auflöst, sich auf beide Lösungsmittel nach Massgabe der resp. Löslichkeit verteilt. Die Konzentration in den Bakterien ist also nur grösser, wenn diese für das Gift bessere Lösungsmittel darstellen als das Medium. Da wir es in der Hand haben, durch geeignete Zusätze zum letztern sein Lösungsvermögen zu beeinflussen, zu erniedrigen oder zu erhöhen, können wir auch den Verteilungskoeffizienten zugunsten oder ungunsten der Bakterien variieren, mit andern Worten die Konzentration des Giftes in den letztern erhöhen oder erniedrigen, die Desinfektion also beschleunigen oder verlangsamen ohne Änderung der absoluten Menge des Desinfiziens. Man erinnere sich: Massgebend für die Geschwindigkeit der Zelltötung ist nicht die absolute in dem Desinfektionsgemisch vorhandene Giftmenge, sondern die auf jeder Zelle herrschende Giftkonzentration und die Geschwindigkeit, mit der die minimale Letaldosis pro Zelle erreicht ist. Wenn man nun zu dem Medium eine Substanz zugibt, die sein Lösungsvermögen für das Desinfektionsmittel herabsetzt, so wird dasselbe aus dem Lösungsmittel z. T. verdrängt und muss sich demnach an oder in den Bakterien anreichern (vorausgesetzt dass es in diesen genügend löslich sei, was wohl bei den gewöhnlichen Mitteln der Fall sein wird). Die Konzentration in der Bakterienphase wird also steigen, die Abtötung rascher vollzogen sein. Dabei braucht der Zusatz natürlich kein Desinfiziens zu sein. Massgebend für seine desinfektionsbegünstigenden Eigenschaften ist lediglich seine Fähigkeit der Löslichkeitsherabsetzung. Unter unsern Desinfektionsmitteln lassen sich besonders die Kresole und andere Derivate des Benzols bzw. Phenols in der angegebenen Richtung beeinflussen z. B. durch eine ganze Reihe von Neutralsalzen, die allein kaum oder überhaupt nicht bakterizid

wirken. Besonders haben sich ausgezeichnet LiCl, NaCNS, NaBr, NaJ. Von gewisser Bedeutung ist auch die Reaktion des Mediums, indem die Stärke der Desinfektionsbegünstigung bei ein und demselben Salz verschieden ausfällt bei saurer und alkalischer Reaktion.

Nun haben aber die Kreosole selbst auch die Fähigkeit gegenseitiger Löslichkeitsherabsetzung. Da sie selbst Desinfektionsmittel sind, muss die Desinfektionsverbesserung eine um so grössere sein und zwar muss der desinfizierende Effekt eines Gemisches von zwei Kresolen grösser sein als die einfache Summe der Einzelwirkungen. Eine einfache Summation der Effekte würde konstatiert werden, wenn die beiden Gifte ohne einander zu beeinflussen in der Lösung vorhanden wären. Dann würde die Verteilung eines jeden zwischen Medium und Bakterien sich vollziehen, als ob es allein vorhanden wäre. Da sie aber gegenseitig im Sinne einer Löslichkeitsherabsetzung im Medium sich beeinflussen, wird die Konzentration jedes einzelnen im Medium ab-, in den Bakterien also zunehmen. Ausserdem ist zu bedenken, dass in einem Gemisch von Desinfektionsmitteln die einzelnen Komponenten nicht frische unveränderte Bakterien antreffen, sondern geschädigte, bereits etwas vergiftete, sensibilisierte, also empfindlichere Zellen. Insbesondere muss man hier an eine Permeabilisierung der Bakterienmembran denken, welche ein Eindringen der Gifte erleichtert.

Diese Erwägungen lassen es verständlich erscheinen, dass die Wirkung einer Kombination von Desinfektionsmitteln grösser sein kann als die einfache Summation der Einzeleffekte, dass also die Abtötungszeit des Gemisches weniger ist als das Mittel aus den Einzelabtötungszeiten. Besonders bemerkenswert ist noch die Tatsache, dass die maximale gegenseitige Begünstigung nur bei gewissen optimalen Mengenverhältnissen der beiden Gifte beobachtet wird, während sie bei andern Proportionen bedeutend ge-

ringer ist oder sogar fehlen kann (Krupski, Dissertation aus meinem Institut).

Auf der andern Seite gibt es Substanzen, die, seien sie selbst Desinfektionsmittel oder indifferent, die Löslichkeit eines Mittels im Medium erhöhen und auf diese Weise eine Anreicherung an den Bakterien verhindern oder vermindern, also die Desinfektion hemmen. Eine derartige Wirkung hat der Alkohol auf Phenol und Kresole. Hieraus erklärt sich die auf den ersten Blick seltsame Erscheinung der Verlängerung der Desinfektionszeit irgend eines Kresolpräparates durch das Desinfektionsmittel Alkohol.

Hier wollen wir auch der Tatsache Erwähnung tun, dass das Phenol in öliger Lösung ein sehr geringes Desinfektionsvermögen besitzt. Öl ist nämlich für Karbol ein bedeutend besseres Lösungsmittel als die Bakteriensubstanzen.

Ich habe die Löslichkeit hier deswegen etwas ausführlich behandelt, weil diese, durch Versuche in meinem Laboratorium etwas geklärten Verhältnisse für das Verständnis des Desinfektionsprozesses bedeutungsvoll sind. Ich bin mir aber immer bewusst, dass die mannigfaltigen Erscheinungen bei der Desinfektionsbeeinflussung nicht allein, oder wenigstens nicht alle, restlos durch Variation der Löslichkeitsverhältnisse erklärt werden können. Oberflächenkräfte, Änderungen der Oberflächenspannung, die Rolle der Oberflächenspannung überhaupt habe ich nicht in den Kreis meiner Betrachtungen hineingezogen, z. T. weil diese schwierigen Erörterungen zu weit führen würden, hauptsächlich aber weil diese Verhältnisse noch etwas dunkel sind. Wir stehen hier eben vor den letzten, schwierigsten Problemen des Todes, die nicht minder verworren sind als die Probleme des Lebens.

Das Medium als Diffusionsweg. Die erste Phase der Desinfektion ist die Bewegung der Teilchen oder Moleküle des Desinfektionsmittels an die Oberfläche der Mikroorganismen. Die Länge der hier nötigen Zeit wird ab-

hängig sein von der Länge des Diffusionsweges, d. i. der Konzentration des Desinfiziens, und der Viskosität, der Zähigkeit des Mediums. Alle Substanzen also, die die innere Reibung des Mediums erhöhen, verlangsamen die Diffusion und so die Desinfektion. Solchen Einfluss haben z. B. alle Salze (deren hemmender Effekt aber von dem fördernden übertönt wird), besonders aber Eiweisskörper und Schleimsubstanzen.

Das Medium als Träger dritter Substanzen. Die folgende Zusammenstellung orientiert über die verschiedenen Wirkungen von im Medium gelösten oder suspendierten Körpern auf das Desinfektionsmittel, das Medium oder auf die Bakterien und damit auf den Verlauf der Desinfektionsreaktion.

1. Chemische Verbindungen mit dem Desinfektionsmittel: Säuren mit basischen Desinfizienzien und umgekehrt, Ammoniumsulfid mit $HgCl_2$, Säuren und Alkalien mit Phenol usw.
2. Änderung der elekrolytischen Dissoziation des Desinfektionsmittels durch andere Elektrolyte oder Nichtelektrolyte. Z. B. Zurückdrängung bei $HgCl_2$ durch Zucker, NaCl, Harnstoff u. a.
3. Änderung der Löslichkeit des Desinfektionsmittels bzw. des Lösungsvermögens des Mediums. Z. B. Herabsetzung der Löslichkeit von Kresolen durch Salze oder andere Phenolderivate, Erhöhung der Löslichkeit durch Alkohol.
4. Physikalisch-chemische Ausfällung eines kolloiden Desinfektionsmittels durch Elektrolyte oder Kolloide, z. B. von Metallkolloiden (Kollargol) durch Neutralsalze.
5. Adsorption eines Teils des Desinfektionsmittels durch Eiweisskörper, durch andere, nicht parasitische Bakterien, Sand, Pflanzenüberreste, Schmutz usw.; z. B. fällt Sublimat Eiweiss des Mediums und wird dabei

von dem Koagulum aufgenommen. Diese und ähnliche Vorkommnisse sind für die praktische Desinfektion von besonderer Wichtigkeit. S. u.

6. Änderung der Viskosität des Mediums, z. B. durch Salze, Eiweiss, Schleim. Verlangsamung der Desinfektion.
7. Beeinflussung der Bakterien. Herabsetzung ihrer Resistenz durch Salze oder andere Desinfektionsmittel. Verfestigungen ihrer Aussenhülle durch entgegengesetzt geladene Ionen (Ca-, Ba-, Sr-Kationen).

Was bedeuten nun diese Verhältnisse für die Praxis? Nie hat man es in der Praxis nur mit den eigentlich Beteiligten, dem Desinfektionsmittel und den zu vergiftenden Bakterien allein zu tun. Das Medium enthält immer eine ganze Reihe von Substanzen, welche die Desinfektion beeinflussen, zumeist hemmen. In der chirurgischen Praxis, bei der Wunddesinfektion ist das Medium Wundsekret, ein eiweisshaltiger Körper, der die Diffusion verzögert, das Desinfektionsmittel selbst an sich reisst, vielleicht von demselben unter Adsorption gefällt wird. Der Harn enthält Salze, die bei seiner Desinfektion durch Kresole förderlich wirken könnten, er enthält aber auch Kolloide, die den gegenteiligen Effekt ausüben und Zellen, die selbst Desinfiziens an sich reissen. Besonders kompliziert sind die Prozesse bei der Desinfektion von Jauche. Benützt man hierzu Säure, so wird ein grosser Teil derselben lediglich zur Neutralisation der alkalischen Jauche verbraucht, geht also dem eigentlichen Zweck verloren. Zieht man $HgCl_2$ zu Hilfe, so wird zunächst durch die Chloride der Jauche eine Zurückdrängung der Dissoziation, also eine Abnahme der Konzentration der wirksamen Hg-Ionen stattfinden. Durch das aus Fäulnisprozessen resultierende $(NH_4)_2S$ wird ein weiterer Teil umgesetzt zu schwerlöslichem, unwirksamem HgS. Sind noch Eiweisskörper anwesend, was wohl allgemein der Fall sein wird, so werden diese unter Adsorption

von $HgCl_2$ zu sog. Quecksilberalbuminaten ausgefällt. Ausserdem enthält die Jauche immer grosse Mengen von saprophytischen Bakterien, auf die man es nicht abgesehen hat, Pflanzenzellen aus dem Darm, tierische Zellen (Blutkörperchen, Eiterzellen, Epithelien, Haare), alles Elemente, die schon zufolge ihrer grossen Oberflächenentwicklung gerade wie die pathogenen Mikroorganismen die Fähigkeit haben, das Desinfiziens an sich zu reissen und festzuhalten. Ganz ähnlich wirken Schmutzpartikel, Kotkrusten und die gelegentlich als Träger von Desinfektionsmitteln benutzten Sägespähne. Die Absorption von gelösten Substanzen ist übrigens nicht nur eine Eigenschaft organisierter Partikel, sondern sie kommt allgemein kleinen Teilchen auch anorganischer Natur zu. So werden also sogar Sand und Strassenstaub Desinfektionsmittel an sich festhalten können. Also nicht nur Sublimat, sondern auch andere Desinfektionsmittel, andere Schwermetallsalze, Kresolseifenlösungen werden auf diese Weise den zu vergiftenden pathogenen Keimen sozusagen vorweggenommen und gehen zu einem grossen Teil dem beabsichtigten Zweck verloren.

Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse bei der Desinfektion von Kot, Mist, Nasenausfluss, Eiter, Milch, Uterussekreten, Blut, usw. Als allgemeine Regel wird zu gelten haben, bei der Desinfektion von stark eiweisshaltigem Material das stark eiweissfällende Sublimat zu vermeiden. Ferner: Mit dem Desinfektionsmittel nicht zu sparen, sondern insbesondere bei der Desinfektion von grossen Materialmengen (Jauche, Dünger), die zudem ein grosses Adsorptionsvermögen besitzen, eine gründliche Durchtränkung stattfinden zu lassen, damit nach Abzug der von den dritten Substanzen aufgenommenen Mengen die pathogenen Bakterien sicher noch die minimale Letaldosis abbekommen. Grosse Quantitäten von Desinfiziens gehen auch bei der Seuchendesinfektion im Freien infolge Aufnahme durch den porösen Boden verloren. Wahrscheinlich verhindert hier die Bodenluft

ein tieferes Eindringen von Flüssigkeit, wenn nicht zu langsamem Einsickern Zeit gelassen wird.

Wir sind noch weit entfernt davon, die Wirkung aller in der Praxis bei der Desinfektion mitspielenden Faktoren, im einzelnen, geschweige denn bei kombinierten Einwirkung zu kennen.

Besondere Sorgfalt und Aufmerksamkeit verdient die innere Desinfektion, auch Chemotherapie genannt, die heute schon eine Disziplin für sich geworden ist. Das fremde Substanzen enthaltende, die Desinfektion deshalb in höchstem Masse beeinflussende Medium wird hier repräsentiert durch die Bestandteile des Organismus. Neben ihrer Aufnahmefähigkeit für das Gift muss besonders ihre Giftempfindlichkeit des genauesten studiert werden. Das Medium ist hier möglichst zu schonen und auf der andern Seite ist eine vollständige Desinfektion beabsichtigt. Die Giftigkeit des Desinfektionsmittels sowohl für die zu vergiftenden als für die zu schonenden Zellen gestaltet die Aufgabe der innern Desinfektion zu einer ausserordentlich schwierigen. Näher auf diese Verhältnisse einzutreten gehört nicht zu meinem Thema.

Wir sehen: Die Verhältnisse bei der Desinfektion in der Praxis der Chirurgie, der Seuchenbekämpfung und der Chemotherapie sind weit von den Bedingungen des einfachen Reagensglas-Desinfektionsversuches verschieden und nur eine genaue Erforschung der in der Praxis obwaltenden Umstände hütet vor Fehlschüssen bei der Übertragung der Resultate des Versuches in vitro auf die praktischen Verhältnisse.

Bedeutung der Eigenschaften der Bakterien für den Desinfektionsprozess.

Dass Zusammensetzung und Eigenschaften der Bakterienzelle als der einen Reaktionskomponente bei der Desinfektionsreaktion eine Rolle spielen, ist selbstverständlich,

bis heute aber noch wenig berücksichtigt worden. Geschwindigkeit, Ausgang und Endresultat physikalischer und chemischer Reaktionen sind vor allen Dingen von den Eigenschaften der mit einander reagierenden Substanzen abhängig.

Wenn wir den Mechanismus der Desinfektion analysieren, so finden wir, dass die rein physikalischen Eigenschaften der Mikroorganismen zeitlich zuerst ausschlaggebend und in der Folge von grossem Einfluss auf die Reaktion sind. Streng genommen ist überhaupt das, was wir heute über den Desinfektionsvorgang wissen, physikalischer und physikalisch-chemischer Natur (abgesehen von der Desinfektion durch Oxydationsmittel). Schon der Umstand, dass die Bakterien kleine, in grosser Zahl vorhandene Teilchen sind, gibt den den eigentlichen Desinfektionsprozess einleitenden Vorgängen ein bestimmtes Gepräge. Die im Verhältnis zur Masse stark entwickelte Oberflächensumme der Gesamtzahl der Zellen bedingt eine Vorherrschaft von Oberflächenkräften. Die Grenzfläche zwischen Medium und Zellen ist nämlich bedeutend grösser als wenn die Bakterien in einem Klumpen vereinigt wären, wie folgende Überlegung zeigt. Ein Würfel von 1 cm Kantenlänge hat ein Volumen von 1 ccm und eine Oberfläche von 6 cm^3. Denkt man sich denselben zerteilt in 10^9 Würfelchen von 1 μ Seitenlänge, so beträgt die Gesamtoberfläche 6000 cm^2, trotzdem das Volumen absolut dasselbe ist. Nun ist es eine allgemeine Eigenschaft von Oberflächen, in Lösungen Konzentrationsänderungen zu erzeugen und zwar in den meisten Fällen der Praxis Konzentrationserhöhungen. Es findet also an der Grenzfläche Bakterien-Medium eine Kondensation des im Medium gelösten Desinfektionsmittels statt, welche natürlich die Erreichung der mehrfach erwähnten Letalkonzentration und Letaldosis wesentlich begünstigt oder, noch wahrscheinlicher, ihr Zustandekommen überhaupt ermöglicht. Die Höhe der am Schlusse der Konden-

sation schliesslich erreichten Konzentration ist abhängig von der Natur des Mediums, der Bakterien und des Desinfektionsmittels, während unter sonst gleichen Umständen die absolute, von den Bakterien angenommene Giftmenge von der Kleinheit, also der im Verhältnis zum Volumen bestehenden Oberflächensumme bestimmt wird.

So ist also lediglich das rein physikalische Moment der enormen Kleinheit der Mikroorganismen in erster Linie verantwortlich für die Giftannahme.

Aber auch die der Giftannahme zunächst folgenden Prozesse sind bei den meisten Desinfektionsmitteln zum Teil physikalisch-chemischer Natur. Die Tatsache, dass sämtliche Bakterien im wesentlichen aus hydrophilen, d. h. quellungsfähigen Eiweisskolloiden aufgebaut sind, stempelt die kolloidfällenden und quellungsbegünstigenden Körper zu Desinfektionsmitteln. Bekanntlich sind gerade Schwermetallsalze und Kresole (Cooper) durch ihr Eiweissfällungsvermögen, die Säuren und Alkalien durch ihre Fähigkeit, die Zellen zur maximalen Aufquellung durch Wasseraufnahme zu veranlassen, ausgezeichnet. Beide Gruppen von Körpern aber enthalten unsere hervorragendsten Desinfektionsmittel.

Die grosse Widerstandskraft der Sporen gegen alle physikalischen und chemischen Einwirkungen hat wahrscheinlich in dem geringen Quellungsgrad, dem geringen Wassergehalt dieser Gebilde ihren Grund. Alle grösstenteils entwässerten, entquollenen, hydrophilen Kolloide sind nämlich durch eine grosse Reaktionsträgheit ausgezeichnet.

Alle Bakterien besitzen eine Aussenhülle, eine Membran (in physikalisch-chemischem Sinne), Ektoplasma (morphologisch-botanisch) welche als Vermittler zwischen ihrem Zellleib und der Umwelt den Stoffverkehr nach aussen und innen reguliert, demnach für das normale Zellleben von grosser Wichtigkeit ist. Alle Insulte treffen zuerst dieses

Zellorgan, und Gifte können schon, ehe sie überhaupt mit dem eigentlichen Protoplasma in Berührung geraten sind, den Stoffwechsel und das Leben desselben arg geschädigt haben. Auf das Membranproblem als Teil des Desinfektionsproblems einzutreten, ist hier nicht der Ort. Es muss bei diesen wenigen Andeutungen bleiben.

Weil die Bakterien Zellen mit allen Stärken und Schwächen solcher Gebilde sind, sind Zell- und Protoplasmagifte im allgemeinen auch Desinfektionsmittel (wenn sie auch nicht als solche bekannt sind). Als Pflanzenzellen unterscheiden sich die Bakterien aber doch bedeutend von tierischen Zellen und so kommt es, dass starke Tierzellgifte nicht zugleich auch gute Desinfektionsmittel zu sein brauchen. Bleisalze, Arsenik, Alkaloide, Blausäure sind heftige Gifte für Tiere, für Bakterien hingegen wenig schädlich. Auf der andern Seite sich hochbakterizide Substanzen bekannt mit nur geringer Toxizität für Tierorganismen, wie z. B. Kreolin, Substitutionsprodukte der Kresole, Farbstoffe. Das Sublimat hinwiederum wirkt gegenüber Bakterien und Tierzellen sehr stark toxisch.

Die grosse Ähnlichkeit der verschiedenen Bakterienarten unter einander bringt es mit sich, dass sie von allen Substanzen, die als Desinfektionsmittel in Betracht kommen schliesslich abgetötet werden, wenn auch die hierzu nötige Zeit verschieden ist. Der grossen Giftigkeit der Desinfektionsmittel gegenüber sind die Resistenzunterschiede der Gattungen, Arten, Stämme, Individuen klein. Es spielen also die durch besondere physikalische und chemische Strukturdifferenzen des Bakterienprotoplasmas bedingten Verschiedenheiten der Giftempfindlichkeit praktisch nur eine geringe Rolle. Ein gutes Desinfektionsmittel bringt in verhältnismässig kurzer Teit alle Bakterienarten um, nur Abtötungszeit und Letalkonzentration sind etwas verschieden. Nun sind aber Desinfektionsmittel bekannt geworden die sich merkwürdig elektiv gegenüber gewissen

Bakterienarten verhalten, mit andern Worten gegenüber denen die Arten eine grössere Verschiedenheit der Empfindlichkeit zeigen als gegen die gewöhnlichen Mittel. Solche Körper, unter denen besonders Farbstoffe vertreten sind (Malachitgrün, Brillantgrün), sind in der Technik der Bakterienzüchtung schon längere Zeit im Gebrauch, wenn es sich darum handelt, aus einem Gemisch von verschiedenen Bakterienarten, z. B. aus Kot einen bestimmten Bazillus, z. B. den Typhusbazillus zu isolieren. Man setzt hierbei dem Nährboden einen Farbstoff zu, der den reinzuzüchtenden Erreger — den Typhusbazillus — nicht schädigt, in unserm Fall Malachitgrün, der aber sämtliche oder wenigstens viele der Begleitbakterien, insbesondere Kolibazillen, an der Entwicklung verhindert. In letzter Zeit sind noch mehr solcher Substanzen entdeckt worden, die dem Artcharakter der Bakterien noch weitgehender Rechnung tragen und deshalb halbspezifische Desinfektionsmittel genannt wurden, (Bechhold, Tribrom-β-Naphtol gegen Staphylokokken, Streptokokken, Diphtheriebazillen; Dibrom-β-Naphtol gegen Coli; Tetrabrom-p-Biphenol und Tribrombikresol sind sehr kräftig gegen Staphylokokken, stehen jedoch in ihrer Wirkung gegen Coli hinter Lysol zurück, Tetrabrom-β-Naphtol, Tetrabrom-o-Kresol und Tetrachlor-o-Biphenol besitzen gegen Milzbrandsporen eine bedeutende Desinfektionskraft, gegen Tuberkelbazillen wirkungslos.) Die Verschiedenheit der Empfindlichkeit ist natürlich — abgesehen von der chemischen Zusammensetzung des Desinfiziens — zu einem guten Teil durch die typische physikalische und chemische Artstruktur des Bakterienleibes bedingt. Vielleicht werden wir noch dazu kommen, auf diesem Wege weiter zu schreiten und noch spezifischere (oder noch mehr spezialisierte) Desinfektionsmittel herzustellen, so dass jede Bakterienart ihr eigenes Desinfektionsmittel hätte, wogegen sie im höchsten Grade empfindlich wäre, und zwar eben empfindlicher als gegen die heutigen Mittel. Solche Bakteriengifte wären in

Seuchenfällen, wo die Diagnose absolut sicher steht, wo man also weiss, auf wen man es abgesehen hat, unbedenklich anwendbar. In Ermangelung eines allerseits hochmikrobiziden, färbenden billigen Desinfektionsmittels, wäre ein desinfizierender mit spezifischer Giftigkeit für das Maul- und Klauenseuchevirus ausgestatteter Farbstoff, vorausgesetzt, dass er noch die an ein allgemein zu verbreitendes Desinfektionsmittel zu stellenden Anforderungen (Billigkeit, leichte Löslichkeit usw.) erfüllt, sicher sehr willkommen.

Zur Herstellung solcher hochspezifischen Desinfektionsmittel, welche mit den spezifischen, im Blute infizierter oder auf besondere Art mit Bakterienprodukten vorbehandelter Tiere entstehenden Antikörpern zu vergleichen wären, fehlen aber heute noch die theoretischen Grundlagen. Die Gesetze der Bindung der Gifte an Zelle und der eigentliche Mechanismus der Vergiftung müssen zuerst genau bekannt sein.

Inwieweit sind nun die Artverschiedenheiten der Bakterien von Bedeutung für Verlauf und Ausgang der Desinfektionsreaktion? Bevor man an die Beantwortung dieser Frage herantreten kann muss man sich eine Vorstellung darüber zu bilden versuchen, wie die Bakterien sich überhaupt an der Reaktion beteiligen, wie die erste Phase der Reaktion verläuft, wie die zweite Phase, welche Kräfte hierbei wirksam, welches die Zusammensetzung und die Eigenschaften der Bakterien usw. Es ist oben auseinander gesetzt worden, dass die Vorbedingung des Zelltodes die Vereinigung der Zelle mit dem Gift sei. Es handelt sich zunächst um die Betätigung von Oberflächenkräften, um Kondensationen an der Grenzfläche. Für den Grad dieser Konzentrierung sind hauptsächlich die Eigenschaften des gelösten Giftes und des Mediums also des Lösungsmittels in geringem Grade die Zusammensetzung der Bakterienzelle ausschlaggebend. Denn, wenn auch für die absolute Grösse der Spannung an der Grenzfläche zwischen zwei Phasen die Natur der beiden Phasen be-

stimmend ist, so dürfte doch bei der mit der Oberflächenkondensation einhergehenden Erniedrigung der Spannung, der gelösten Substanz und der als Lösungsmittel fungierenden Phase (in unserm Fall dem wässrigen Medium) die Hauptbedeutung zufallen. So ist für einige Desinfektionsmittel festgestellt worden, dass die Aufnahme von seiten der Bakterien nach den physikalisch-chemischen Gesetzen der Adsorption erfolgt (Phenol, Küster & Rothaub, Chloroform, Silbernitrat, Herzog & Betzel). Das will sagen: aus verdünnten Lösungen dieser Gifte nehmen die Bakterien verhältnismässig mehr auf als aus konzentrierten; der auf die Bakterien aus dem Medium übergehende Giftanteil ist demnach nicht proportional der Konzentration des Desinfiziens. Andere Desinfektionsmittel hingegen verteilen sich auf Medium und Bakterien nach Massgabe ihrer Löslichkeit in diesen beiden Lösungsmitteln, so dass mit steigender Konzentration im Medium auch die Konzentration in den Zellen geradlinig ansteigt (m-Kresol, eig. Vers.) Für andere Substanzen scheinen wieder andere Gesetze zu gelten (Formaldehyd, Herzog & Betzel.) Möglicherweise ändert sich im Laufe der Aufnahme der Charakter derselben, indem z. B. frische Bakterien anfänglich nach dem Verteilungsgesetz, durch Desinfiziens nach und nach veränderte Bakterien später nach dem Absorptionsgesetz das Gift aufnehmen. Ähnliches ist bei der Kresolaufnahme durch Gelatine beobachtet worden (Cooper).

Grössern Einfluss haben die Arteigenschaften der Bakterien bei den der Oberflächen-Giftkondensation folgenden Prozessen. Die Anreicherung ist noch nicht gleichbedeutend mit Vergiftung, trotzdem sie für die Zellmembran nicht irrelevant sein wird. Die tiefgehenden und nachhaltigen Schädigungen werden aber erst nach dem Vordringen des Giftes in das Zellinnere zustande kommen können. Die Menge des in die Zelle hineindiffundierenden Giftes ist natürlich in erster Linie abhängig von der Grösse der Affini-

täten (im weitesten Sinne), die zwischen den Protoplasmabestandteilen und dem Desinfiziens bestehen, also von der Zusammensetzung und den Eigenschaften der beiden Reaktionssubstanzkomplexe, von denen uns hier nur die Bakterien interessieren. Die Geschwindigkeit der Diffusion, die Vehemenz, mit der das Gift in der Zelle seine Wirkung ausübt, die Raschheit, mit der die Zellbestandteile auf die Giftanwesenheit reagieren, d. h. sich verändern, nachdem die Bindung mit der Fremdsubstanz stattgefunden, Art und Grösse der Zelldesorganisation sind verschieden nicht nur nach Bakterienart (bei ein und demselben Desinfizins) sondern auch nach Stämmen, Varietäten, sogar nach Alter und Individualität der Keime. Die Differenzen der Giftresistenz der verschiedenen Bakterienarten sind ja hinreichend bekannt. Die Kokken, besonders Staphylokokken und Streptokokken gelten allgemein als widerstandsfähig, Kolibazillen sind von einer mittlern Empfindlichkeit und Rotzbazillen endlich sind gegen Desinfektionsmittel ziemlich empfindlich. Bekannt ist ferner die hohe Resistenz der Tuberkelbazillen und anderer Säurefester, die auf das Vorhandensein einer besondern wachsartigen Hülle dieser Organismen, also eine spezifische Art- oder Gruppeneigenschaft zurückgeführt wird. Auch an die hervorragende Giftresistenz sämtlicher Bakteriensporen sei erinnert.

In diesem Zusammenhang ist zu erwähnen, dass es auch bei den Bakterien, wie bei allen andern Organismen individuelle Verschiedenheiten der Giftempfindlichkeit gibt, ebenso Altersdifferenzen, indem ganz junge und ganz alte Individuen der Giftwirkung rascher erliegen.

Die Bedeutung der Zellmembran bei allen diesen Prozessen, bei den Verschiedenheiten der Giftresistenz kann hier nur angedeutet werden. Wenn ein Gift auf das Protoplasma wirken soll, muss es zuerst durch die Membran hindurchtreten. Es tritt also die Zellmembran mit ihrer Permeabilität, die selbstverständlich nach Art, Alter, Indivi-

dualität der Zelle ebenfalls wechselt, ihre qualitativen und quantitativen Besonderheiten aufweist, als weiterer separierender oder hemmender Faktor in die Reaktion ein.

Die Giftempfindlichkeit der Zelle hängt eng zusammen mit der Kolloidstruktur des Protoplasmas. Jede Art hat ihre besondere Struktur, ihre besondere Zerstörbarkeit. Wir haben Quellungs- und Fällungsprozesse als etwas Wesentliches bei der Desinfektion bezeichnet. Quellungsvermögen und Fällbarkeit der Zellkolloide aber varieren ebenfalls von Art zu Art, von Individuum zu Individuum. Und endlich die chemische Zusammensetzung der Bakterien. Diese weist grob qualitativ bei den verschiedenen Arten grosse Ähnlichkeiten auf. Alle Bakterien enthalten — gerade wie die Zellen des Tierkörpers — als integrierende Bestandteile ihres Protoplasmas Eiweisskörper, Fette, Kohlehydrate, Salze und Wasser. Mit Bezug auf die Quantität und die feinere Zusammensetzung und Eigenschaften dieser Bestandteile aber lassen sich bedeutende Unterschiede konstatieren bei verschiedenen Arten, Varietäten und annahmsweise auch bei Einzelindividuen. Sind auch bis heute (mit Ausnahme vielleicht der oxydierenden Desinfektionsmittel) chemische Bindungen zwischen Desinfiziens und Zellbestandteilen nicht nachgewiesen, so ist damit nicht gesagt, dass die chemischen Eigentümlichkeiten der Zellen nicht von grosser Bedeutung seien für die Giftaufnahme, die Giftbindung und Giftwirkung. Denn die chemische Zusammensetzung einer Substanz ist zwar nicht die einzige, so doch eine Hauptursache ihrer physikalischen Eigenschaften. Es sei aber betont, dass zur Zellvergiftung chemische Prozesse gar nicht notwendig sind. Das Leben des Protoplasmas ist unweigerlich an eine bestimmte Struktur der Zellkolloide gebunden, so dass eine Strukturänderung — und maximale Quellungen und Fällungen sind sehr grobe Störungen der Struktur — vollkommen hinreicht, die Kette von Prozessen, die wir Leben nennen, vollständig zu durchbrechen.

Die Bedeutung der Arteigentümlichkeiten der Mikroorganismen für die Desinfektion in der Praxis. Jedermann weiss, dass man mit milden Desinfektionsmitteln nicht gegen Sporen ins Feld ziehen darf. Solchen Wesen rückt man am besten mit dem Universalgift Sublimat auf den Leib. Auch gegen Tuberkelbazillen müssen stark wirkende Mittel zu Hilfe genommen werden. Bei wenig widerstandsfähigen Erregern lässt sich sehr wohl ein milderes Gift verwenden, besonders wenn es den Vorzug der Billigkeit besitzt. Doch möchte ich nicht empfehlen, in Fällen, wo der Kostenpunkt keine Rolle spielt, nur mit Rücksicht auf die geringe Resistenz der zu tötenden Bakterien ein schwaches Desinfiziens zu verwenden Die Hindernisse, die sich in der Wirkung eines Mittels in der Praxis entgegenstellen können, sind unter Umständen derart, dass auch das stärkste Mühe hat, seinen Zweck zu erreichen. (Vergl. die Bedeutung des Milieus). Bei der Auswahl eines Desinfiziens zu chirurgischen Zwecken ist ausser der zu vergiftenden Bakterienart auch seine lokale und allgemeine Wirkung auf den Organismus zu berücksichtigen. Die Beeinflussung des Operationsfeldes ist von eben so grosser Bedeutung wie die Bakterienabtötung. Es ist zu bedenken, dass unter Umständen durch ein stark bakterizides Desinfektionsmittel grosser Schaden angerichtet werden kann, durch Verminderung der Lokalresistenz des Organismus und seiner natürlichen Abwehrvorrichtungen.

Die Bedeutung der Temperatur.

Es ist eine allgemeine Erscheinung, dass chemische und physikalische Prozesse durch Temperaturerhöhung beschleunigt werden. Die Zunahme der Desinfektionsgeschwindigkeit mit Ansteigen der Temperatur ist experimentell mehrfach untersucht worden. Während die Geschwindigkeit chemischer Reaktionen im allgemeinen bei 10° Temperatursteigerung verdoppelt bis verdreifacht wird,

ist die Zunahme der Desinfektionsgeschwindigkeit bei verschiedenen Mitteln sehr verschieden, bei Metallsalzen eine Verdoppelung bis Vervierfachung, bei Phenol und seinen Derivaten sogar eine Steigerung um das sieben- bis achtfache (Chick). Der Temperaturkoeffizient scheint demnach ein besonderes Charakteristikum für jedes Desinfektionsmittel zu sein. Eingehendere Untersuchungen stehen noch aus. Speziell wäre der Temperaturkoeffizient für verschiedene Temperaturen noch zu bestimmen.

Aus dem Gesagten lässt sich für die Praxis das ableiten, dass bei grosser Kälte die Wirksamkeit der Desinfektionsmittel bedeutend reduziert ist, worauf man jedenfalls Rücksicht zu nehmen hat, da nach Croner bei 0° viele Desinfektionsmittel für praktische Zwecke geradezu unbrauchbar werden. Andererseits kann durch Verwendung heissen Wassers die bakterizide Kraft des verwendeten Mittels ganz wesentlich erhöht werden.

Zusammenfassung.

Die Wirkung unserer Desinfektionsmittel ist bedingt durch Zusammensetzung und Eigenschaften des Desinfektionsmittels, des Milieus und der Bakterien und zwar wie folgt:

1. Desinfektionsmittel.
   a) Chemische Zusammensetzung, Struktur und Eigenschaften;
   b) Physikalische und physikalisch-chemische Eigenschaften;
      aa) Dissoziationsgrad;
      bb) Löslichkeit in Wasser und Bestandteilen der Bakterien;
      cc) Kolloidzustand;
      dd) Konzentration.
2. Medium.
   a) Lösungsvermögen für das Desinfektionsmittel und

Beeinflussbarkeit desselben, Assozierbarkeit mit dem Gelösten;

b) Innere Reibung;

c) dritte Substanzen, welche das Desinfektionsmittel, das Medium oder die Bakterien beeinflussen.

3. Bakterien.

a) Grösse bzw. Kleinheit derselben. Ausdehnung der Oberflächensumme;

b) Kolloidzustand. Quellbarkeit und Fällbarkeit;

aa) der Membran;

bb) des Protoplasmas;

c) chemische Zusammensetzung, Struktur und Eigenschaften;

als weiterer Faktor kommt hinzu:

4. Temperatur.

Dass wir uns mit den vorhandenen Desinfektionsmitteln nicht zufrieden geben können, ist klar. Das ideale Desinfektionsmittel, das mit dem Vorzug enormer bakterizider Kraft noch die Vorzüge grosser Billigkeit, leichter Wasserlöslichkeit und Handlichkeit, geringer Giftigkeit für Tiere, unbegrenzter Haltbarkeit und wenn möglich auch der Geruchlosigkeit verbindet, ist noch nicht gefunden. In der vorliegenden Abhandlung hoffe ich gezeigt zu haben, dass zur Erreichung dieses Zieles die Forschung sich nicht auf die chemischen und physikalischen Eigenschaften des Desinfektionsmittels beschränken darf, sondern auch der andern Reaktionskomponente, sowie den Begleitsubstanzen und -Umständen der Reaktion gerade so viel Aufmerksamkeit zu schenken hat. Ausserdem hoffe ich einige Fingerzeige zur Beobachtung der Desinfektion in der Praxis, zur Anwendung bereits bekannter und zur Beurteilung neu erscheinender Desinfektionsmittel gegeben zu haben.

Zum Schlusse sei noch bemerkt, dass das Studium der Desinfektion nicht nur geeignet ist, uns Aufklärung zu geben über die Lebens- und Absterbebedingungen und -vorgänge

der Mikroorganismen, sondern weite Ausblicke eröffnet zum Verständnis des Lebens und Sterbens der Zellen höherer Organismen, besonders der Hämolyse, der Nekrose, der Intoxikationen überhaupt. In diesem Sinne kann die Desinfektionslehre als Hilfswissenschaft der Physiologie, der allgemeinen Pathologie, Pharmakologie und Toxikologie aufgefasst werden.

Amtliche Berichte über die Resultate der Behandlung der Maul- und Klauenseuche nach Prof. Hoffmann in Mühlen und Zuoz.

Herr Prof. Hoffmann in Stuttgart hat nun eine vierte Broschüre betr. die Tilgung der Maul- und Klauenseuche und die Behandlung der an dieser Krankheit leidenden Tiere nach seiner Methode, dieses Mal in Zuoz, herausgegeben. Die Broschüre III ist ein kleiner Roman, der grosse Beachtung nicht verdient; Broschüre IV kann nicht unbeantwortet bleiben und dies geschieht dadurch, dass wir die amtlichen Berichte publizieren. Auf die persönlichen Angriffe des Herrn Professor treten wir selbstverständlich hier nicht ein.

Das dem Herrn Prof. Hoffmann von Autoritäten schweizerischer Seite gespendete Lob, dahingehend, dass dieser auf die Behandlung der maul- und klauenseuchekranken Tiere zuerst hingewiesen habe, trifft, wenigstens für Graubünden, nicht zu. Hierorts sind schon im Jahre 1866 an die Viehbesitzer besondere Instruktionen über die Behandlung maul- und klauenseuchekranker Tiere verteilt worden; bei jeder Seucheninvasion sind, in amtlichen Schriften und in den Zeitungen, die Besitzer auf die Notwendigkeit der Behandlung der kranken Tiere aufmerksam gemacht worden; die bündnerischen amtlichen Tierärzte haben bei jeder Seuchenkonstatierung