

DIE BEGRÜNDUNG DER WISSENSCHAFTLICHEN DESINFEKTION DURCH ROBERT KOCH ZUR 50JÄHRIGEN GEDENKFEIER DER ENTDECKUNG DES TUBERKELBAZILLUS

VON GEORG LOCKEMANN, INSTITUT FÜR INFektionskrankheiten, ROBERT KOCH, BERLIN

Die Entdeckung des Erregers der Tuberkulose rief bei ihrer Veröffentlichung vor 50 Jahren ungeheures Aufsehen hervor. Sie ist die eigentliche wissenschaftliche Großtat, durch die sich Robert Koch seine große Volkstümlichkeit, seine Weltberühmtheit erworben hat. Wenn auch die Würdigung dieses Gedenktages in erster Linie eine Angelegenheit der medizinisch-bakteriologischen Wissenschaft ist, so darf doch auch die Chemie nicht ganz achthlos daran vorübergehen. In Wirklichkeit war die Auffindung des Tuberkelbazillus nur ein, allerdings außerordentlich bedeutungsvoller, Einzelerfolg in der Anwendung des von Koch ausgearbeiteten bakteriologischen Untersuchungsverfahrens, dessen allgemeine grundlegende Bedeutung sich alsbald durch die Entdeckung anderer Krankheitserreger offenbarte.

Durch die Anwendung von Farbstoffen für die mikroskopische Untersuchung der Bakterien, durch Herstellung von geeigneten Nährösungen sowie durch die Untersuchung der verschiedenen Bestandteile der einzelnen Bakterienarten und ihrer Stoffwechselerzeugnisse ist die Chemie bei den bakteriologischen Untersuchungen als unentbehrliche Hilfswissenschaft beteiligt. Eine besonders große Aufgabe fällt ihr aber auf dem Gebiete der praktischen Hygiene zu: die Bekämpfung der Ausbreitung ansteckender Krankheiten durch Unschädlichmachung der Krankheitserreger oder, mit einem Worte gesagt, die Desinfektion. Und diese wurde auch erst durch Kochs Forschungen aus dem Zustande einer mehr oder weniger willkürlichen, fast planlosen Betätigung auf eine wissenschaftliche Grundlage gebracht, die ein wirklich planmäßiges, erfolgversprechendes Vorgehen ermöglichte.

Der Gedanke, daß ansteckende Krankheiten durch kleinste Lebewesen erzeugt und übertragen werden, ist uralt; er tritt im Laufe der Jahrhunderte abwechselnd mehr oder weniger hervor und zurück, um zeitweilig ganz zu verschwinden. So zieht sich die Reihe der Vertreter dieser Ansicht von dem römischen Gelehrten Marcus Terentius Varro (geb. 116 v. Chr.) über den italienischen Dichter und Arzt Girolamo Tracastoro (1483—1553), den Jesuitenpater Athanasius Kircher (1601—1680), den holländischen Mikroskopiker Antonius van Leeuwenhoek (1632—1723), den Hamburger Gymnasial-Professor Hermann Samuel Reimarus (1694—1768), den Wiener Forscher Marcus Antonius Plenciz, den großen Botaniker Karl von Linné, den Apotheker und Morphiumentdecker Friedrich Wilhelm Sertürner (1783—1841) bis zu dem Göttinger Anatomen Jacob Henle (1809—1885) hin. Von Henle, der schon 1839 in seiner Schrift „Von den Miasmen und Contagien“ die damals fast ganz vergessene Lehre vom „contagium vivum“ lebhaft vertreten hatte, hat auch Robert Koch als Student wertvolle Anregungen erhalten. Im gleichen Jahre, in dem Henles Schrift erschien, wies der Berliner Kliniker Johann Lucas Schönlein (1793—1864) einen Pilz als Erreger der Favus-Krankheit (Kopfgrind) nach, während es zwei Jahre früher Bassi gelungen war, den Erreger der

Muscardine-Krankheit der Seidenraupe aufzufinden. Das waren die beiden ersten sicher als Krankheitserreger erkannten Kleinlebewesen. Als dann der Tierarzt H. Pollender 1849 bei der mikroskopischen Untersuchung des Blutes von Tieren, die an Milzbrand verendet waren, stäbchenförmige Gebilde entdeckte und 14 Jahre später der französische Arzt Casimir Joseph Davaine durch Verimpfung des Blutes von Milzbrandtieren noch in millionenfacher Verdünnung die Krankheit auf andere Tiere übertragen hatte, setzte eine eifrige Suche nach allen möglichen Krankheitserregern ein. Diese konnte aber mangels geeigneter Untersuchungsverfahren zu keinem haltbaren Ergebnis führen. Die kritiklos verkündeten Befunde, die sich alsbald als Irrtum erwiesen, waren vielmehr nur geeignet, das neu gewonnene Vertrauen auf die Annahme spezifischer Mikroorganismen als Krankheitserreger völlig zu erschüttern.

Der erste, der „contagiöse“ Krankheiten durch chemische Mittel zu bekämpfen suchte, war der Deutsch-Ungar Ignaz Philipp Semmelweis (1818—1865), der 1847 in der geburtshilflichen Klinik in Wien das Waschen der Hände, der Instrumente und des Verbandzeuges mit Chlorwasser einführte und dadurch eine erhebliche Herabsetzung der Sterblichkeit an Kindbettfeier erreichte. Sein Verfahren wurde aber von der damaligen Ärzteschaft nicht nur nicht anerkannt, sondern sogar bekämpft und kam dann ganz in Vergessenheit. Im Jahre 1860 entdeckte der französische Apotheker Lemaire die antiseptische Wirkung der von Friedlieb Ferdinand Runge (1795—1867) im Steinkohlenteer 1834 aufgefundenen Carbolsäure, die dann der englische Chirurg Joseph Lister (1827—1912) auf Grund der Lehre von Louis Pasteur (1822—1895) von der Allgegenwart der Ansteckungskeime in der Luft benutzte, um durch Versprühen ihrer wässrigen Lösungen bei Operationen Wundinfektionen zu verhindern (1867). So groß das Verdienst von Lister auch sein mag, so muß doch immer wieder darauf hingewiesen werden, daß nicht er, sondern Semmelweis mit genialem Blick die bei weitem größte Gefahr der Kontaktinfektion erkannt hat und damit zum eigentlichen Begründer der modernen Asepsis geworden ist.

Aber alles das war der Kampf gegen einen unbekannten Feind, dessen Vorhandensein man aus seinen schädlichen Wirkungen schloß, von dem man aber nicht wußte, wo er stand, und wie er im übrigen beschaffen war. Wie sollte man bei der Unzahl von Kleinlebewesen der verschiedensten Art, die zumeist in buntem Gemisch anzutreffen waren, die richtigen herausfinden und von ihnen beweisen, daß sie tatsächlich, und sie allein, die wirklichen Erreger der einzelnen Krankheit seien? Dieser schwierigen Aufgabe widmete sich Robert Koch. Und zwar führte er sie zunächst bei der Milzbrandkrankheit der Rinder durch. Er bewies, daß die von Pollender, Bräuer, Davaine und anderen beobachteten mikroskopischen Stäbchen tatsächlich lebende Mikroorganismen sind, die sich durch Teilung vermehren und sich auf geeignetem Nährboden außerhalb des tierischen

Organismus in Reinkultur züchten lassen. Er bewies ferner, daß man mit derartigen künstlichen Bakterienzuchten durch Verimpfung auf gesunde Tiere genau so die Krankheit hervorrufen kann wie mit dem Blute von Milzbrandtieren. Dadurch wurde die bisherige Wahrscheinlichkeit, daß es sich hier um den tatsächlichen Milzbranderreger handele, erst zur Gewißheit. Koch machte außerdem die bedeutsame Feststellung, daß der Milzbrandbazillus die Fähigkeit hat, Dauerformen von außerordentlicher Widerstandskraft und Lebensdauer, sogenannte Sporen, zu bilden, die auch nach jahrelangem Aufenthalt in der freien Natur jederzeit bei erneutem Übergang in den tierischen Organismus wieder in die vegetative Form übergehen und die Krankheit hervorrufen können. Die Ergebnisse dieser im wahrsten Sinne des Wortes grundlegenden Arbeit veröffentlichte Koch im Mai 1876, und alle späteren Forschungen auf diesem Gebiete konnten seine Befunde nur noch ergänzen oder in gewissen Richtungen weiter ausbauen.

Diese großen Erfolge hatte Koch seinem aufs sorgsamste ausgearbeiteten Untersuchungsverfahren zu verdanken, dessen wesentlichster Fortschritt in der Anwendung eines festen Nährbodens für die Bakterien, der „Nährgelatine“, bestand. Diese geniale Neuerung nötigte seinem großen Gegner Louis Pasteur die bewundernd anerkennenden Worte ab: „C'est un grand progrès“. Und Wilhelm Ostwald schreibt darüber in seinem Buche „Große Männer“¹⁾: „Welche Unmassen von Tod und Krankheit dadurch beseitigt worden sind, daß der praktische Arzt Robert Koch in Wernigerode auf den Einfall kam, durch sehr starke Verdünnung der bakterienhaltigen Flüssigkeiten ihre Kolonien auf den Gelatinekulturplatten so zu vereinzeln, daß eine jede Kolonie nur eine einzige Art enthielt, läßt sich auch nicht annähernd mehr schätzen; jedenfalls hat dieser wissenschaftliche Gedanke unvergleichlich viel größeren Segen über die Menschheit gebracht als alle Philologie der Welt, und sein Wert ist noch bei weitem nicht erschöpft, sondern betätigt sich jeden Tag aufs neue.“

Koch war allerdings niemals praktischer Arzt in Wernigerode. Er stammt aus Clausthal im Harz (geboren am 11. Dezember 1843, gestorben am 27. Mai 1910) und war zu jener Zeit, in den siebziger Jahren des vorigen Jahrhunderts, Kreisarzt in Wollstein, Regierungsbezirk Posen, von wo er 1880 nach Berlin ins Kaiserliche Gesundheitsamt berufen wurde. Hier folgte dann die Entdeckung des Tuberkelbazillus, die Koch durch seinen Vortrag in der Berliner physiologischen Gesellschaft am 24. März 1882 bekanntgab, und die in diesen Tagen den Gegenstand der verschiedenen Gedenkfeiern bildete. In den nächsten Jahren wurde eine Reihe weiterer Krankheitserreger durch Koch selbst oder durch seine Schüler und Mitarbeiter aufgefunden.

Somit war eine ganz neue Sachlage geschaffen. Mit der Erkenntnis der Krankheitserreger bot sich auch die Möglichkeit einer sachgemäßen Bekämpfung derselben. Die bisher aus allgemeinen Gesichtspunkten aufs Geratewohl getroffenen Maßnahmen konnten nun wissenschaftlich ausgebaut, das unsichere Vorgehen ins Ungewisse

¹⁾ Wilhelm Ostwald, Große Männer, S. 322; Akadem. Verlagsgesellschaft, Leipzig 1909. — Als ich im Sommer 1909 in einer Unterhaltung mit Exzellenz Koch obige Äußerung Ostwalds erwähnte, sagte er nach kurzem Besinnen: „Damit hat er gar nicht so unrecht. Wenn heute irgend jemand einen neuen Bazillus entdeckt zu haben glaubt, macht er gleich ein großes Wesen davon, ohne zu bedenken, wie schwierig es war, erst die Untersuchungsmethodik zu schaffen. Der Mann, der den Hammer erfunden hat, hat jedenfalls viel mehr geleistet als alle die Leute, die nachher die Nägel einschlagen.“

konnte in einen geregelten Kampf gegen einen genau bekannten Feind verwandelt werden. Erst jetzt war es mit anderen Worten möglich, eine wirklich wissenschaftliche Desinfektion auszubilden, zu der allerdings zunächst auch erst noch die Grundlagen gelegt werden mußten. Und diese Grundlagen hat der Schöpfer der wissenschaftlichen Bakteriologie ebenfalls geschaffen.

Von den 14 Abhandlungen, die in dem 1881 erschienenen ersten Bande der „Mitteilungen aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamt“²⁾ enthalten sind, stammen drei von Robert Koch allein, zwei weitere sind von ihm in Gemeinschaft mit seinen Mitarbeitern Wolffhügel, Gaffky und Löffler als Verfasser gezeichnet. Dieser Band ist sozusagen die „Magna charta“ der Bakteriologie und der Hygiene mit den Staatsgrundgesetzen dieser Reiche. Gleich in der ersten Abhandlung, „Zur Untersuchung von pathogenen Organismen“, wird das neue Untersuchungsverfahren beschrieben, das in seinen Grundzügen für alle bakteriologischen Forschungen bis heute gültig geblieben ist. Als Grundforderung wird zunächst die Herstellung von Reinkulturen aufgestellt, der dann die Prüfung ihrer pathogenen Eigenschaften und der Nachweis ihrer Ansteckungsfähigkeit, d. h. Übertragung auf andere bis dahin gesunde Individuen, zu folgen haben. Ferner ist die Art und Weise, wie die pathogenen Organismen in den tierischen Körper gelangen, ihr Verhalten außerhalb desselben in Luft, Wasser und Boden zu verfolgen und schließlich der Einfluß entwicklungshemmend und zerstörend wirkender Stoffe auf sie zu bestimmen. Das erste klassische Beispiel für die Anwendung dieses Verfahrens gibt Koch in der zweiten Abhandlung: „Zur Ätiologie des Milzbrandes.“

Die an sechster Stelle stehende Abhandlung trägt den schlichten Titel: „Über Desinfektion vom Regierungsrath Dr. Robert Koch.“ Sie beginnt mit den die damalige Sachlage klar schildernden Sätzen:

„Eine genaue Kenntnis der Desinfectionsmittel in Bezug auf die Art und Weise, wie sie wirken und, was allerdings auffallend klingt, ob sie überhaupt so wirken, wie man sich bei ihrer Empfehlung und Anwendung vorstellt, hat sich bis jetzt nicht erlangen lassen. Es kann das aber auch nicht wunderbar erscheinen, wenn man bedenkt, daß die Infectionsstoffe, an denen ein Desinfektionsmittel seine Wirkung ausüben soll, noch so wenig bekannt sind. Es ist bisher noch nicht einmal als festgestellt zu betrachten, daß die Infectionsstoffe sämmtlich organisirt sind und auch da, wo mit mehr oder weniger Wahrscheinlichkeit organisirte Infectionsstoffe anzunehmen sind, ist es immer noch möglich, daß dieselben sich in ihren Lebensbedingungen sehr different verhalten und auch von Desinfectionsmitteln nicht in gleicher Weise berührt werden.“

Für eine exakte Prüfung der Desinfektionsmittel wird dann die Forderung aufgestellt, sie der Reihe nach an all den Krankheitsstoffen, gegen die sie gebraucht werden sollen, unter denselben Verhältnissen, für welche sie bestimmt sind, auf ihre Wirksamkeit zu untersuchen. Wie sollte das aber ausführbar sein, da die Krankheitserreger selbst noch unbekannt sind? Von der Ansicht ausgehend, daß die Infektionsstoffe die größte Ähnlichkeit mit den Fermenten haben, glaubte man bisher, „weil man erstere nicht zur Verfügung hat, die letzteren an deren Stelle gewissermaßen als Surrogat,

²⁾ Von den „Mitteilungen“ erschien nur noch ein zweiter Band 1884. Von 1886 ab wurden dann die „Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamt“ regelmäßig herausgegeben.

zur Prüfung der Desinfectionsmittel unbedenklich“ nehmen zu können. Daß sich die belebten Fermente oder Mikroorganismen aber den Desinfektionsmitteln gegenüber ganz verschieden verhalten, daß es darunter Dauerformen von einer kaum glaublichen Widerstandskraft gibt, „davon hat die Desinfectionsllehre bis jetzt keine Notiz genommen“. Man hatte sich bisher ganz primitiver Verfahren bedient, indem man die Beseitigung des Gestanks in Faulflüssigkeiten, das Unbeweglichwerden von Bakterien und ähnliche unsichere Kriterien als Beweise für die Abtötung ansah, ohne zu bedenken, daß sich die Mikroorganismen unter günstigen äußeren Bedingungen vielleicht wieder von neuem entwickeln können.

Nach weiterer Kritik der bisherigen Arbeitsweise gibt Robert Koch nun die Prinzipien an, nach denen wissenschaftliche Desinfektionsversuche auszuführen sind. Vor allem sind nur auf festen Nährböden gewonnene Reinkulturen von Bakterien zu verwenden. Als Vertreter von weniger widerstandsfähigen Bakterien, die keine Dauerformen bilden, schlägt er den „Micrococcus prodigiosus und die Bacterien des blauen Eiters“ vor und als pathogenes sporenhaltiges Material die Milzbrandsporen, und zwar an kurze Stückchen Seidenfäden angetrocknet. Bei der Wirkungsprüfung ist wohl zu unterscheiden zwischen Entwicklungshemmung und eigentlicher Desinfektion. Erstere besteht in der Verhinderung einer Keimvermehrung trotz der Gegenwart eines geeigneten Nährbodens, solange das Desinfiziens noch vorhanden ist. Hierauf ist bei der Übertragung der Untersuchungsprobe aus dem Desinfektionsgemisch auf den Nährboden besonders zu achten, da in den meisten Fällen Spuren vom Desinfiziens mit übertragen werden. In zweifelhaften Fällen ist der Tierversuch mit heranzuziehen. Unter eigentlicher Desinfektion ist aber nur die völlige Abtötung der Bakterien zu verstehen, die dann auf keinerlei Weise wieder zur Weiterentwicklung zu bringen sind.

Unter gewissen Verhältnissen wird man in der Praxis auf eine vollständige Desinfektion verzichten müssen und sich mit der Anwendung geeigneter entwicklungshemmender Mittel begnügen. Wenn auch in den meisten Fällen die eigentlichen Desinfizienten in entsprechender Verdünnung auch für die Entwicklungshemmung geeignet sein werden, so wird man doch bisweilen mit Rücksicht auf etwaige schädliche Nebenwirkungen statt der eigentlichen Desinfektionsmittel nur solche verwenden, die lediglich entwicklungshemmend wirken.

Werden Bazillensporen abgetötet, so genügt dieser Nachweis für die Brauchbarkeit eines Desinfiziens, da keine anderen Lebewesen von größerer Widerstandsfähigkeit bekannt sind. Es ist aber auch sein Verhalten zu anderen leichter zu tödenden Mikroorganismen zu prüfen. Ferner ist die für die beabsichtigte Wirkung erforderliche Konzentration zu ermitteln, ebenso die Einwirkungsdauer, der Einfluß des Lösungsmittels, der Temperatur und der „vorbereitenden Verfahren“. Schließlich müßte auch die Wirkung von Kombinationen mehrerer Desinfektionsmittel berücksichtigt werden.

Es sind hier also mit einer erstaunlichen Vollständigkeit ungefähr sämtliche Gesichtspunkte aufgeführt, die auch heute noch für die Wirksamkeitsprüfung von Desinfizienten in Betracht kommen. Und Robert Koch schreibt selbst: „Wie man sieht, ist das Programm für die gründliche Untersuchung eines Desinfektionsmittels so umfangreich, daß die Bearbeitung eines einzigen Mittels schon recht viel Zeit und Arbeit beanspruchen

muß.“ Als ein Beispiel einer Untersuchung, die ziemlich sämtliche hier aufgeworfenen Fragen erledigt, führt dann Koch die mit Carbolsäure ausgeführten Versuche an, bei denen er die Milzbrandsporen als Versuchsbakterien verwendete. Dabei zeigte sich die überraschende Tatsache, daß Carbolsäure in Öl oder in Alkohol gelöst auch nicht die geringste keimtötende Wirkung äußert und daß auch sonst ihr Desinfektionswert weit beschränkter ist, als bisher angenommen wurde.

Die weiterhin mit zwei anderen bis dahin als hervorragend geltenden Desinfektionsmitteln ausgeführten Versuche ergaben noch größere Enttäuschungen: die schweflige Säure wurde als ganz unzuverlässig und Chlorzink überhaupt als völlig wertlos befunden. Von der großen Anzahl anderer Desinfizienten, die Koch sowohl in ihrer keimtötenden wie auch in ihrer entwicklungshemmenden Wirkung auf Milzbrandsporen prüfte, erwiesen sich nur folgende für die praktische Verwendung brauchbar: als Desinfektionsmittel Chlor, Brom und Sublimat, als entwicklungshemmende Mittel außer Sublimat einige ätherische Öle, Thymol und Allylalkohol. Sublimat bewirkte in einer Verdünnung von mehr als 1 : 1000000 eine merkliche Behinderung des Wachstums der Milzbrandbazillen und hob bei 1 : 300000 deren Entwicklung vollständig auf. Überhaupt erwies sich das Sublimat „als das einzige von allen bekannten Desinfektionsmitteln, welches die für die Desinfektionspraxis so überaus wichtige Eigenschaft besitzt, ohne daß eine besondere Vorbereitung der Objekte durch Befeuchtung usw. erforderlich wäre, schon durch eine einmalige Applikation einer sehr verdünnten (1 : 1000) Lösung und in wenigen Minuten alle, auch die widerstandsfähigsten Keime der Mikroorganismen zu töten“. Fast ein Menschenalter später hat sich dann allerdings bei Anwendung einer vervollkommeneten Untersuchungstechnik herausgestellt, daß die Wirkung des Sublimats gerade den widerstandsfähigen Sporen gegenüber in weit höherem Maße eine entwicklungshemmende als abtötende ist.

Für Kochs wissenschaftliche Gründlichkeit ist der Schluß der Abhandlung charakteristisch:

„Die vorstehende Arbeit möchte ich nicht abschließen, ohne nochmals zu betonen, daß dieselbe keine alle Fragen erschöpfende sein, sondern nur eine vorläufige Orientierung über den Wert der bekannten Desinfektionsmittel bezwecken sollte. Diese Aufgabe scheint mir trotz der vielen Lücken, welche vorläufig bleiben müssen, durch dieselbe auch insofern erfüllt zu sein, als manche Irrtümer, die wegen Mangel an zuverlässigen Methoden zur Bestimmung des Desinfektionswertes sich eingebürgert hatten, aufgedeckt und manche Andeutungen gewonnen sind, wo und wie ein Ersatz für die als unzuverlässig erkannten Desinfektionsmittel zu suchen ist. Berlin, im April 1881.“

Mit der Untersuchung der chemischen Desinfektionsmittel begnügte sich Robert Koch nicht. Er wollte auch über die Wirksamkeit der Hitzedesinfektion zuverlässigen Aufschluß haben. Bereits 50 Jahre früher hatte der Engländer Henry in Manchester die Kleider Soharlachkranker durch trockene Hitze zu desinfizieren versucht, und je mehr das Vertrauen auf andere Desinfektionsverfahren wankend wurde, wandte man sich in der Krankenhauspraxis der Hitzedesinfektion zu. Die Gelegenheit, daß in dem städtischen Barackenlazarett Moabit zwei große Hitzedesinfektionsapparate eingebaut wurden, benutzte Koch, um mit dem Verwaltungs-

direktor des Lazarets, Herrn Merke, sowie mit seinen eigenen Mitarbeitern die keimtötende Wirkung heißer Luft genau zu untersuchen. Die gemeinsam mit G. Wolffhügel veröffentlichten Versuche hatten das Ergebnis, daß sporenfreie Bakterien zwar bei einer Temperatur von 100° in $1\frac{1}{2}$ Stunden abgetötet werden, daß für Bazillensporen aber eine dreistündige Einwirkung von 140° erforderlich ist, einer Temperatur, bei der die meisten Stoffe mehr oder weniger geschädigt werden. Wesentlich günstigere Erfolge erzielte er bei den gemeinsam mit G. Gaffky und Löffler ausgeführten Versuchen mit heißen Wasserdämpfen.

Auf den von Robert Koch gelegten wissenschaftlichen Grundlagen der Desinfektion haben dann die nachfolgenden Forscher weitergebaut. Die uns hier in erster Linie interessierende chemische Desinfektion wurde in besonders wertvoller Weise 1897 von B. Krönig und Th. Paul³⁾ vom Standpunkt der modernen physikalisch-chemischen Theorien aus genauen Untersuchungen unterzogen, und viele andere Arbeiten haben sich anschlossen.

Einen erheblichen Fortschritt für die Desinfektionspraxis brachte die Entdeckung der keimtötenden Wirkung des Formaldehyds durch Oskar Löw im Jahre 1886. Die Formalin-Raumdesinfektion hat bis zum Kriege eine außerordentliche Rolle gespielt; jetzt ist sie allerdings durch die „laufende Desinfektion“ am Krankenbett größtenteils unnötig geworden. Wenn man aber die sonstigen großen Fortschritte der Chemie in der Herstellung von Heilmitteln und anderen synthetischen Erzeugnissen bedenkt, so muß man bekennen, daß die Desinfektionspraxis davon verhältnismäßig geringen Nutzen

³⁾ Ztschr. Hyg., Infekt.-Krankh. 25, 1 [1897].

gehabt hat. Die Zahl neuerer Desinfektionsmittel ist zwar Legion. Untersucht man sie aber näher, so zeigt sich meistens, daß es sich um alte Bekannte handelt, die, vielleicht in etwas abgeänderter Mischung, in neuem Gewande und mit neuem Namen auftreten. Besonders sind an dieser Maskerade die verschiedenen Phenolderivate beteiligt. Es soll auch nicht verkannt werden, daß einzelne grundsätzlich neue Mittel auf den Markt gekommen sind, wie z. B. das „Chloramin“ (p-Toluol-sulfo-chloramid-natrium), das als kristallisierter „organischer Chlorkalk“ bezeichnet werden könnte. Und sicherlich wäre bei einer systematischen, allerdings recht zeitraubenden Arbeit noch manches brauchbare, bisher unbekannte Desinfiziens aufzufinden.

Eine andere Aufgabe, die seit Robert Koch zwar hin und wieder bearbeitet, aber immer noch nicht annähernd befriedigend gelöst worden ist, besteht in der Ausarbeitung eines allgemein gültigen Prüfungsverfahrens für die Wertbestimmung der Desinfektionsmittel. Vorarbeiten hierfür sind zwar schon in umfangreichem Maße gemacht, ohne daß es aber gelungen wäre, eine endgültige Lösung zu finden. Das ist im wesentlichen unter Berücksichtigung der wissenschaftlichen Befunde eine Organisationsfrage. Allerdings wäre nicht zu wünschen, daß sie so einfach schematisch gelöst würde, wie das in England und in Amerika durch Annahme des sogenannten Phenol-Koeffizienten geschehen ist. Aber äußerst begrüßenswert wäre es, wenn die Robert-Koch-Gedenkfeier der äußere Anlaß würde, eins der von diesem großen Forscher bearbeiteten Gebiete, das der Desinfektion, durch Beschußfassung über einheitliche Wertbestimmungsverfahren wesentlich zu fördern. [A. 25.]

Über Isopren und Kautschuk.

36. Mitteilung¹⁾.

Über die Konstitution des Kautschuks.

Von Prof. Dr. H. STAUDINGER.

Chemisches Laboratorium der Universität Freiburg i. Br.

(Eingeg. 8. Dezember 1931.)

Zur Konstitutionsaufklärung eines organischen Körpers ist es notwendig, die Art, die Zahl und die Bindungsart der Atome im Molekül festzustellen. Die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Verbindungen werden dann mit der so erforschten Konstitution des Stoffes in Zusammenhang gebracht. Beim Kautschuk wußte man seit langem durch die pyrogene Spaltung (Bouchardat und Williams), weiter durch die Polymerisation des Isoprens zu einem kautschukähnlichen Stoff (Tilden und Fritz Hofmann), daß sich derselbe aus Isoprenresten aufbaut. Durch die Untersuchungen von C. Harries²⁾ war bekannt, daß diese Isoprenreste in 1—4-Stellung verknüpft sind und daß in jedem Isoprenrest im Kautschuk eine Doppelbindung in 2—3-Stellung vorhanden ist. Aber die wichtigste Frage, die nach der Molekülgröße, konnte nicht beantwortet werden. In früherer Zeit hatten Kautschukforscher wie Bouchardat, C. O. Weber den Kautschuk als Polypren bezeichnet, ohne aber etwas über das Molekulargewicht aussagen zu können. Die Bestimmung des Molekulargewichts scheiterte daran, daß der Kautschuk nicht normale, sondern kolloide Lösungen

bildet; in die Natur einer solchen kolloiden Lösung hatte man früher keinen Einblick. Einer Erforschung derselben stellten sich beim Kautschuk wegen seiner Veränderlichkeit besondere Schwierigkeiten entgegen. So wird z. B. bei längerem Stehen an der Luft oder bei Einwirkung von Reagentien die Viscosität der Lösungen stark vermindert; es genügen dabei schon geringe Zusätze, z. B. 1% Chloressigsäure, um eine hochviscose Kautschuklösung in eine dünnviscose zu verwandeln³⁾. Eine weitere merkwürdige Veränderung, die man bei dem Kautschuk beobachtet, ist der Übergang von löslichem Kautschuk, dem α -Kautschuk, in eine unlösliche Modifikation, den β -Kautschuk, der nach P. Barry und E. A. Hauser⁴⁾ reversibel sein soll.

1. Frühere Ansichten über den Aufbau des Kautschuks.

Dieses merkwürdige Verhalten einer Kautschuklösung schien erklärlich, als man bei anderen kolloiden Systemen, nämlich bei den Seifen, den Bau der Kolloidteilchen aufklären konnte. Die kolloiden Seifenlösungen zeigen Eigentümlichkeiten, die sich auch bei den Kautschuklösungen vorfinden. So wird die Viscosität einer

¹⁾ 35. Mitt. über Isopren und Kautschuk LIEBIGS Ann. 488, 153 [1931].

²⁾ C. Harries, Untersuchungen über die natürlichen und künstlichen Kautschukarten, Berlin 1919.

³⁾ D. Spence u. G. D. Kratz, Kolloid-Ztschr. 14, 262 [1914].

⁴⁾ Kautschuk 1928, 97.