III. Die Desinfectionsarbeiten des Kaiserlichen Gesundheitsamtes.

(Vgl. No. 40 und 41 dieser Zeitschrift.)

Referent A. Wernich.

- a) G. Wolffhügel, Ueber den Werth der schwefligen Säure als Desinfectionsmittel.
- b) R. Koch, Ueber Desinfection.
- c) B. Proskauer, Beiträge zur Bestimmung der schwefligen Säure in der Luft.
- d) R. Koch und G. Wolffhügel, Untersuchungen über die Desinfection mit heisser Luft.
- e) R. Koch, G. Gaffky und F. Löffler, Versuche über die Verwerthbarkeit heisser Wasserdämpfe zu Desinfectionszwecken.
- f) F. Hüppe, Ueber das Verhalten ungeformter Fermente gegen hohe Temperaturen.
- g) G. Wolffhügel und G. v. Knorre, Zu der verschiedenen Wirksamkeit von Carbolöl und Carbolwasser.

a—g) sämtlich in den „Mittheilungen aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte“, p. 188—360.

Den Mittelpunkt der im Kaiserlichen Gesundheitsamte ausgeführten Desinfectionsforschungen, deren Besprechung wir bereits in No. 40 ankündigten, bildet die Arbeit von Koch „Ueber Desinfection“. An sie lehnen sich die übrigen oben namhaft gemachten Arbeiten entweder completirend an, oder sie beziehen sich doch für das Hauptkriterium reeller Desinfectionsresultate, das experimentelle Abtöden geformter Krankheitserreger, auf dieselbe zurück. Eine Ausnahme macht Hüppe's Versuchsreihe über ungeformte Fermente, da bei ihr die bakteriologischen Kriterien nicht zur Anwendung gelangen konnten.

Es wird sich als für die Darstellung vorthellhaft erweisen, mit der Wiedergabe dieser Arbeit unser Referat zu beginnen. Hüppe prüfte den Einfluss der Hitze auf Pepsin, Malzdiastase und Pankreatin und speciell die Hartnäckigkeit, mit welcher diese Enzyme ihre specifischen Wirklichkeiten dem Hitzeeinfluss gegenüber hewahren, wenn man sie demselben in sorgfältig getrocknetem Zustande aussetzt. Bezüglich des Emulsins hatte Buckland W. Bull, bezüglich des Pankreasfermentes Hühner in diesem Zustande eine sehr bedeutende Widerstandsfähigkeit constatirt; für trockne Pankreatinpräparate hatte E. Salkowski sogar ermittelt, dass man sie $1\frac{1}{2}$ Stunden auf 160° erhitzen kann, ohne ihre Wirksamkeit zu vernichten. Aus den Versuchen Hüppe's ergab sich nun mit Sicherheit, dass 1) Pepsin, wenn es vollständig trocken ist, eine Viertelstunde lang eine Temperatur von 170° erträgt und doch aus Fibrin dieselben Producte bildet wie ein nicht erhitztes Präparat; nur die Zeit der Digestion musste bei dem erhitzten etwas länger bemessen werden. — Was 2) die Malzdiastase anlangte, so war sie noch im Besitze ihrer zuckerbildenden Fähigkeiten, auch nachdem sie (als sorgfältig hergestelltes Trockenpräparat) 15 Minuten lang einer Hitze von 158° C. ausgesetzt geblieben war. — 3) Ein von Witte bezogenes, 24—96 Stunden lang für die Prüfung noch besonders getrocknetes Pankreatin zeigte in seiner Trypsinwirkung sich ein wenig beeinträchtigt, wenn es auf über 100° erhitzt wurde; auch seine diastatische Wirkung erlitt durch die gleich hohe Erhitzung einen Einbusse. Sonach scheint zwar die Widerstandsfähigkeit der ungeformten Fermente keine absolute, — sie liegt selbst für die widerstandsfähigsten bei $160-170^{\circ}$; dass sie jedoch im trocknen Zustande den meistens in der Desinfectionspraxis zur Anwendung gebrachten Hitzegraden widerstehen ist sicher. Angefeuchtet gehen sie bekanntlich bereits durch Kochhitze zu Grunde.

Fast analog verhalten sich nun aber auch die geformten Fermente je nachdem man sie einerseits mit heisser trockner Luft oder andererseits mit Wasserdampf angreift. Diese Thatsache (an sich zwar hinlänglich bekannt nach den Experimenten Tyndall's u. A.) erhält durch die sub c und d aufgeführten Arbeiten eine nach manchen Nebenrichtungen interessirende Begründung. Ein grosser Theil der vorliegenden Versuche wurde nämlich in wirklich dem practischen Gebrauche dienenden Hitzekammern und mit Berücksichtigung der hierbei in Betracht kommenden Verhältnisse angestellt. Man expouirte z. B. die Desinfectionsobjecte der Hitze an verschiedenen Stellen des Desinfectionsapparates, an welchen nicht selten die Temperaturen um nahezu 12° C. von einander verschieden waren. Besondere Sorgfalt wurde auch auf die Auswahl und Präparation dieser Desinfectionsobjecte gelegt, welche theils aus sporenhaltigem (*Penicillium glaucum*, *Aspergillus niger*, Milzbrand, Heubacillus, bräunlicher Kartoffelbacillus), theils aus sporenfreiem Material bestanden (*Septicämiebacillen* der Maus und des Kaunichens, bacillenhaltige Gartenerde etc.). — Nach einer Erhitzung der Proben auf 123° fanden sich, — was mit bekannten früheren Versuchen in Einklang steht, — die sporenfreien Bacillen abgetödtet, die sporenhaltigen aber zum Theil noch reproductionsfähig. — Wurden die Desinfectionsproben (deren Material in mehreren Versuchen noch mannigfaltiger variirt wurde) sofort in eine sehr hohe Temperatur gebracht (120°) und $1\frac{1}{2}$ Stunden lang zwischen 120° und 128° erhalten, so conservirten nur die Bacillensporen noch ihre Entwicklungsfähigkeit, während die sporenfreien und die pilzsporenhaltigen Objecte in ihren Nährmedien keine Fortpflanzung mehr zu Stande brachten. Die Bacillensporen wurden erst durch dreistündigen Aufenthalt in 140° C. heisser Luft vernichtet. Dieser Erhitzung indess widerstehen gleichzeitig auch die meisten Kleiderstoffe nicht mehr ohne Schaden, auf welche wir die desinficirende Hitze wirken lassen wollen: so verloren Tuche den Glanz, Watte, weisse Seide und Leinwand wurden gelb und rochen brenzlich; weisse Federn und Papier zeigten sich gebräunt etc. — Das Maass von Hitze, welches zwischen mehrfache Lagen von Decken etc. noch hindrang, war weit geringer, als man geläufigen Vorstellungen zufolge anzunehmen pflegt.

Bei den Experimenten mit heissen Wasserdämpfen (d) wurden besonders Seidenfäden mit angetrockneten Milzbrandsporen und die gleichen Sporen enthaltende Gartenerde zur Prüfung der Resistenz verwandt. Eine 10 Minuten lang dauernde Einwirkung der aus einem Dampfkochtopfe aufsteigenden Wasserdämpfe von 95° tödtete die auf erstere Weise fixirten Milzbrandsporen bereits, während die in der Erde

befindlichen noch reproductionsfähig geblieben waren; erst ein Dampf von 95° C. genügte nach gleicher Einwirkungszeit, um auch hier den sicheren Effect zu erzielen. Dabei fand sich in der Gartenerde eine noch widerstandsfähigere ganz kurze dicke Bacillenart vor. — Brachte man die zu desinficirenden Objecte nicht innerhalb der dampfdicht geschlossenen Apparate, sondern nur im Dampfströme (etwa 40 Cm. oberhalb der Fläche des siedenden Wassers) an, so genügten doch 100° C. und 15 Minuten Zeit, um die sporentödtende Wirkung zu erreichen. Auch gelang es nachzuweisen, dass in einem vor Abkühlung geschützten Rohr mit helmartigem Aufsatz von zusammen 185 Cm. Höhe der Dampf noch bis zur oberen Grenze leicht auf 100° C. zu bringen war. In diesen Ergebnissen sowie in der Beobachtung, dass der heisse Wasserdampf poröse zusammengefaltete Objecte (Decken, Packleinand etc.) his auf eine verhältnissmässig grosse Tiefe durchdringt, liegen die sehr erwünschten neu erreichten Präcisionen der alten Ueberzeugung, dass, wo irgend anwendbar, das Desinficiren mit Wasserdampf allen anderen Methoden der Hitzedesinfection vorzuziehen ist. (Vgl. „Desinfectionslehre“ des Ref. p. 210.) —

Ein besonderes Interesse haben die „Mittheilungen“ demnächst mit Recht der schwefeligen Säure zugewandt, über welche sich nicht nur die Aufsätze a und c ausschliesslich, sondern auch der zweite Abschnitt der sub b aufgeführten Arbeit Koch's verbreiten. Der letztere stellte zehn Versuche an, in welchen er nach Maassgabe der bisher geübten Desinfectionspraxis die durch Schwefelverbrennung entwickelte Säure auf ganz unvorbereitete Desinfectionsobjecte wirken liess und eine elfte Versuchsreihe, in welcher er ähnliche Versuchsproben vorher stark mit Wasserdampf durchfeuchtete. Man darf bei Wiedergabe der Resultate sich kurz fassen: „Unter allen Versuchen der gesammten Reihen befindet sich auch nicht ein einziger, in welchem selbst unter den für die schwefelige Säure günstigsten Bedingungen, wie sie sich in der Praxis überhaupt nicht herstellen lassen, alle Keime organischen Lebens vernichtet gewesen waren. Die Bedingungen, welche eine zuverlässige Desinfection erfüllen muss, hatten sich mit der schwefeligen Säure demnach nicht erreichen lassen, und man kann dieselbe nur als ein sehr unsicher wirkendes Desinfectionsmittel bezeichnen.“ Die Abweichungen von diesem Resultate, welche bei dem Befuchungsversuche beobachtet wurden, waren so unbedeutend, dass für die Praxis Vortheile durch die der Schwefelung vorangehende Anfeuchtung der Desinfectionsobjecte kaum in Anschlag kommen (bereits 1879 hatte Ref. im Chl. f. d. med. Wiss. [No. 13] Pettenkofer's Empfehlung der schwefeligen Säure gegenüber nachgewiesen, dass selbst einfache Fäulnisbakterien erst durch 4,0—7,15 Volumprocente derselben reproductionsunfähig wurden und ausdrücklich auf die noch grössere Widerstandsfähigkeit anderer Mikroorganismenarten aufmerksam gemacht. Der von F. Hofmann ausgegangene Irrthum, dass die vorherige Anfeuchtung diese Verhältnisse wesentlich ändere, findet sich ebenfalls bereits in meiner Desinfectionslehre p. 207 berichtigt).

Dem vernichtenden Ausspruche Koch's über das in Rede stehende Desinfectionsmittel gegenüber nehmen sich die Arbeiten sub a und c eigentlich etwas überflüssig aus, obgleich in ihnen eine Reihe mühsamer und werthvoller Forschungen niedergelegt ist. Sie verbreiten sich über die besten Darstellungen der schwefeligen Säure, über die Verluste an der ursprünglich hergestellten Menge, insoweit es sich um verschiedene Räumlichkeiten handelt, über die bei feuchter Luft zu erwartenden Veränderungen, ihre Vertheilung in der Zimmerluft, das Verhalten der Wände und auch darüber, wie sehr andere Gegenstände ausser den Desinfectionsobjecten durch die schwefelige Säure angegriffen werden (Cui bono?). — B. Proskauer weist für die Bestimmung der schwefeligen Säure in der Luft die Vorzüge des gewichtsanalytischen Verfahrens über die titrimetrischen Bestimmungsmethoden nach.

Wenden wir uns nunmehr zu dem Mittelpunkt der Artikelgruppe, zu Koch's Arbeit (b) zurück, so wird Niemandem das Zugeständniss schwer fallen, dass ihm, dem Schöpfer des ganzen Arbeitsplanes, eine erhebliche Anzahl von Verbesserungen der Prüfungsmethoden, eine Schärfassung der nöthigen Kriterien in einer Weise gelungen ist, die jedes Verkleinerungsversuches spotten darf. Um so betrübender aber ist es, dass Koch Diage wie „die verschiedene Resistenz der verschiedenen Mikroorganismenarten und ihrer verschiedenen Zustände“, dass er „die bakteriologischen Kriterien“ als solche, dass er „die so ungleichen Anforderungen an eine reelle Desinfection der verschiedenen Aufenthaltsorte der Infectionsmaterialien“ etc. selbst entdeckt zu haben oder entdecken zu sollen glaubt. (Es mag Anderen überlassen bleiben, die Illusionen dieses Absolutismus aufzudecken; gute Anhaltspunkte bieten hierzu Flügge's „Handbuch der hygienischen Untersuchungsmethoden“, V. Abschnitt — und dessen Artikel „Desinfection“ in Eulenberg's neuem „Handbuch des öffentlichen Gesundheitswesens“.) — Koch giebt, was zunächst die Kriterien auf das Leben oder Todsein der beeinflussten Bakterien anbelangt, das Verfahren, die letzteren in Nährflüssigkeiten Zeugniss über ihre Lebensfähigkeit ablegen zu lassen auf und prüft

dieselben statt dessen auf Kartoffelflächen oder Nährgelatinen, weil er auf diesen Medien Verunreinigungen theils für sicherer ausgeschlossen, theils für besser übersehbar hält. Er prüft ausserdem jedem Desinfectionsmittel gegenüber sporenfreies und sporenhaltiges Material; als ersteres dienen die Bakterien blauen Eiters und *Micrococcus prodigiosus*, als letzteres besonders Milzbrandsporen. Die sehr überzeugungstüchtigen Resultate werden den Praktikern nach vielen Richtungen interessant und überraschend sein. Carbolsäure muss zur zuverlässigen Desinfection (sporenhaltiger Objecte) in 5procentiger Lösung und mindestens 48 Stunden einwirken; Carbolsäuredämpfe und Hitze unterstützen sich gegenseitig in der desinficirenden Wirkung; in Oel oder Alkohol gelöst äussert die Carbolsäure auch nicht die geringste desinficirende Wirkung. (Dieses für die Praxis so einschneidende Ergebniss ist von Wolffhügel und v. Knorre separat bearbeitet in No. g. Sie zeigen hier, dass die Carbolsäure aus Wasser oder wasserhaltigen Geweben an Oel leicht abgegeben wird, ungleich schwerer aus Carbolöl an Wasser. Eine grosse Lücke dieser Untersuchung ist, dass die Autoren sich nicht der stärkeren Carbolölgemische, wie sie in der Praxis üblich sind, angenommen haben und der Frage fern geblieben sind, ob nicht das Carbolöl, obgleich sporentödtender Eigenschaften entbehrend, doch einen Nutzen als Schutz- und Deckmittel zu gewähren im Stande sei.) Chlorzink vermochte in 1procentiger Lösung selbst den *Micrococcus prodigiosus* nach 48stündiger Einwirkung nicht vollständig zu tödten; Milzbrandsporen wurden aber sogar, nachdem sie einen Monat in 5procentiger Carbolsäurelösung gelegen hatten, in ihrer Entwicklung nicht beeinträchtigt.

Aus einer 77 als Desinfectionsmittel empfohlene Stoffe berücksichtigenden Tabelle heben sich nur die folgenden als Milzbrandsporentödtend vortheilhaft hervor:

a) im Lauf des ersten Tages erreichten diesen Effect: frischbereitetes Chlorwasser, 2procentiges Bromwasser, Jodwasser, 1procentige Sublimatlösung, 5procentige Lösungen von übermangansaurem Kali, 1procentiges Osmiumsäure-Wasser;

b) nach 4 Tagen waren die Sporen getödtet in Ameisensäure von 1,20 spec. Gewicht;

c) nach 5 Tagen übten Terpenthinöl, Chlorkalk in 20 Theilen Wasser, Schwefelammonium, — nach 6 Tagen 5procentige Chlorpikrin- und 5procentige Eisenchloridlösung diese Wirkung aus;

d) 10 Tage brauchten 2procentige Salzsäure, 1procentige Arsenik- und ebenso starke mit Salzsäure versetzte Chininlösung, um ihre Wirksamkeit zu entfalten.

e) Nach 30 Tagen hatte Aether die Milzbrandsporen vernichtet.

f) Alle anderen versuchten Stoffe, darunter (um die dringlichsten Fragen zu beantworten): Alkohol, Aceton, Schwefelkohlenstoff, Chloroform, Benzol, Ammoniak, Chlorammonium, concentrirte Kochsalzlösung, concentrirte Chlorcalciumlösung, Jod- und Bromkalium, 1procentige Schwefelsäure, Zink- und Kupfervitriol, schwefelsaure Thonerde, Chromsäure, chlorsaures Kali (5procentig), Borsäure (1:20 Aq.), Essigsäure, essigsaures Kali und essigsaures Blei, Benzoësäure und benzoësaures Natron (5procentig), Zimmtsäure, Indol, reine Chininlösung (2procentig), 1procentige Jodtinctur, Salicylsäure (2 und 5procentig) — alle diese waren — gleichgültig ob 30, 40, 80 oder 100 Tage einwirkend —, jenen von ihnen geforderten Effect schuldig geblieben. — Auch in destillirtem Wasser behielten noch nach längerem Aufenthalt — wie Koch besonders gegen Naegeli anführt — die Milzbrandsporen ihre Fortpflanzungsfähigkeit.

Als in späteren Versuchen noch untersucht wurde, welche unter den für die Tödtung der Milzbrandsporen zu schwachen Substanzen, die letzteren wenigstens in der Entwicklung hemmen, ergaben sich für Allylalkohol, Kaliseife, Thynol, Senf-, Pfeffermünz- und Terpenthinöl, Chrom-, Pikrin- und Blausäure, Salicylsäure, Kampher und Eucalyptol auch für Chloralhydrat noch leidlich günstige, im Auszuge nicht wiederzugebende Resultate. Als stärkstes aller Desinfectionsmittel erwies sich jedoch (s. o.) Quecksilber-Sublimat.