



*A. v. Apurges W. Schleuter
3. fe. Ju. I. Prof.*

Die Infectiouskrankheiten und ihre Heilung¹.

Wenn je ein Zeitalter sich durch eingreifende Umformungen und Neugestaltungen auf allen Lebensgebieten ausgezeichnet hat, so ist es das unsrige. Wir brauchen nur auf wenig Jahrzehnte zurückzuschauen, um uns davon zu überzeugen, daß die äußeren Lebensbedingungen der civilisirten Menschheit großartige Veränderungen erfahren haben und daß trotz aller, bis zu einem bestimmten Grade gewiß berechtigter Klagen die materielle Lebensbequemlichkeit in allen Bevölkerungsschichten gewachsen ist. Den größten Theil dieses culturellen Fortschrittes verdanken wir der modernen Erleichterung des mechanischen und geistigen Verkehrs. Wie sind uns dadurch alle Herrlichkeiten der Welt näher gerückt und leichter erreichbar geworden! Und vor Allem — wie rasch wird heute zum Gemeingut der ganzen Menschheit, was der einzelne große Geist erdenkt und entdeckt! Was sich heute dem staunenden und kaum sich selber trauenden Auge des Forschers als ein neues Wunder der spröden, geheimnißreichen Natur enthüllt — morgen schon wird es auf dem gesammten Erdenrund von den Fachgenossen geprüft und kritisiert — übermorgen spricht die Straße und der Markt davon. Kein Wunder also, daß die Fortschritte unserer wissenschaftlichen Erkenntniß gegenwärtig einen viel rascheren und tiefer greifenden Einfluß auf die gesammte Denk- und Empfindungsweise der Menschheit ausüben, als in früheren, stilleren Zeiten.

Ein wirkungsvolles Beispiel hierfür bietet uns die medicinische Wissenschaft. Erschien sie früher als eine Kunst, die nur ihren speciellen Jüngern

¹ Ein Vortrag, gehalten in der Aula der Universität Dorpat am 25. Jan. 1892.

Archiv der Publick. dem. Bibliothek. Bd. 39. J. 4.

D 7 211

~~19867~~ 437494

bekannt und nur für sie von Interesse war, so gehören die neueren Er-rungenschaften dieser Wissenschaft zu den populärsten Gegenständen des all-gemeinen Interesses. Und in der That, ihre Entdeckungen sind bedeutend und großartig genug, um jeden denkenden Menschen anzuziehen und zu fesseln. Handelt es sich doch um das größte der materiellen Güter des Lebens, um die Gesundheit des Einzelnen und die Gesundheit ganzer Völker. Hat es doch den Anschein, als könnte die Heilkunst schon jetzt ganze große Krankheitsgruppen besiegen und zum Verschwinden bringen. Von den Wund-frankheiten können wir wenigstens mit Stolz behaupten, daß es in unsere Hand gegeben ist, dieselben zu verhüten und zu überwinden. Das ist der erste große Triumph, den die Welt der modernen Medicin verdankt. Diese unbekannt, oft belächelte und ob ihrer Ohnmacht verspottete Wissenschaft hat sich damit in die erste Reihe der völkerbeglückenden Culturfactoren unserer Zeit gestellt.

Von dem Studium der Wundkrankheiten ausgehend, hat die medicinische Forschung das Gebiet der Infectionskrankheiten von einer neuen Seite her betreten und hier durch die großartigen Entdeckungen der letzten Jahre eine Umwälzung unserer Anschauungen bewirkt, wie sie durchgreifender nicht gedacht werden kann. Die Zeit der Hypothese und der speculativen Deduction, mit der wir früher dem Wesen der Infectionskrankheiten beizukommen suchten, ist vorüber. An ihre Stelle ist die exacte Forschung getreten, welche in den kleinsten Organismen das lebendige Substrat dieser Krankheiten erkannt und unseren Sinnen zugänglich gemacht hat. Unserer Erkenntniß sind damit neue Bahnen gewiesen. Wir fühlen wieder festen Boden unter unseren Füßen, und vor uns liegt ein weites, noch unbetretenes Forschungsgebiet. Wohin wir den Blick auch wenden, überall eröffnen sich neue Perspektiven, aber das Meiste liegt vorläufig im verheißungsvollen Nebel der Zukunft verschleiert, und Niemand weiß, welche Erkenntnißschätze uns noch vor-behalten sind.

Der Blick ins Künftige ist dem Menscheng Geist verschlossen, und nur die Erfahrungen der Vergangenheit und die Beherrschung dessen, was wir gegenwärtig als gesicherten Inhalt unseres Wissens besitzen, lehrt uns, was wir von der Zukunft erhoffen dürfen. Auch im Gebiet meiner heutigen Besprechung ist ein klares Verständniß des bisher Erreichten nur möglich, wenn wir rückschauend die Richtung beurtheilen, in der unser Forschen bisher vorgeedrungen ist. Nur so läßt sich mit einiger Wahrscheinlichkeit die Bahn erschließen, die wir ferner wandeln werden.

Darum möchte ich bitten, mir zunächst in frühere Jahrhunderte zurück zu folgen. Wir werden hier die oft gemachte Erfahrung bestätigt finden, daß große Entdeckungen ihre Vorboten haben, die wie Wetterleuchten das Dunkel

erhellen und das Kommende ahnen lassen. Es sind Gedankenblitze hochgearteter Geister, die oft von den Zeitgenossen nicht verstanden und erst von der Nachwelt gewürdigt werden.

Ein solches intuitives Aufleuchten der Erkenntniß begegnet uns in der von Athanasius Kircher, dem Erfinder der *laterna magica*, zur Zeit des 30jährigen Krieges ausgesprochenen Vermuthung, daß die ansteckenden Krank-heiten durch kleinste geflügelte Insecten auf dem Wege der Luft von Mensch zu Mensch übertragen werden. Wenn dagegen eingewandt wurde, daß noch Niemand diese kleinsten Lebewesen gesehen habe, so war die Theorie damit doch nicht widerlegt, und Goisson, ein Anhänger der Kircherschen Lehre, sagt aus-drücklich: „Obgleich zwischen der Mücke und einem Elephanten ein großer Unter-schied existirt, so verbietet die Vernunft doch nicht, Insecten anzunehmen, welche sich an Größe zur Mücke ebenso verhalten, wie die Mücke zum Elephanten.“ Und gewiß müssen wir die Kühnheit des Kircherschen Gedanken bewundern, welcher in dieser vormikroskopischen Zeit die Existenz kleinster Organismen ver-muthete. Gehört doch auch heute, wo wir gewohnt sind mit unendlich großen und unendlich kleinen Maßen zu rechnen, ein gewisser Entschluß dazu, sich Lebewesen vorzustellen, die zu klein sind, als daß wir sie jemals mit unseren schärfsten Vergrößerungen wahrnehmen könnten. Und doch sind wir nach unseren jetzigen Erfahrungen zu einer solchen Annahme gezwungen.

Zu Ende des 17. Jahrhunderts, also wenig Jahrzehnte, nachdem Kircher die Existenz kleinster, unsichtbarer Lebewesen vermuthet hatte, entdeckte Leeuwenhoek mit Hilfe des Mikroskops im Mundschleim die ersten Bacterien. Voll naiver Verwunderung berichtet er, daß in seiner Mundhöhle wohl mehr solcher kleinster Organismen existiren, als in seiner Heimath, den holländischen Provinzen, Menschen lebten. Er ahnte zwar nicht, welche bedeutsame Auf-gabe diese kleinsten Wesen im Haushalt der Natur zu erfüllen haben, allein er hat eine gewaltige Erweiterung unserer Naturanschauung bewirkt, indem er zeigte, daß die Grenzen des organischen Lebens unendlich viel weiter reichen als unser Auge. Nun erschien die Vermuthung, daß die ansteckenden Krankheiten durch unsichtbare, lebende Wesen übertragen werden könnten, nicht mehr so abenteuerlich, sondern fand weite Verbreitung. Ja, sie führte zu den sonderbarsten Vorstellungen. Man dachte sich, daß die Träger der Ansteckung, diese schlimmen Thierchen, nach Art der Heuschreckenschwärme in der Luft umherfliegen, und es wurde in vollem Ernst der Vorschlag gemacht, dieselben durch großen Lärm, durch Trommeln und Kanonen zu verschrecken¹.

Zu den folgenden Jahrhunderten schlug die naturwissenschaftliche Forschung andere Bahnen ein und förderte andere Theorien zu Tage. Man

¹ cf. Liebermeister in Ziemssens Handbuch. 2. Band. 1. Hälfte. S. 8.
Baltische Monatschrift. Bd. XXXIX, Heft 4. 15

sprach kaum noch von lebendigen Trägern der Krankheiten, desto mehr aber von Miasmen und chemischen Ansteckungstoffen, und in der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts waren nur noch wenig Aerzte zu finden, die sich der Lehre von den belebten Krankheitserregern erinnerten. Es erging dieser Theorie wie allen Hypothesen, für die sich keine Beweise herbeischaffen lassen: anfänglich viel besprochen, wurde sie allmählich vergessen und schließ endlich ein.

Frisches Leben kam erst wieder in diese Fragen, als die großen Entdeckungen, mit denen die Naturwissenschaft sich in unserem Jahrhundert bereichert hat, ihre Rückwirkung auch auf die medicinische Forschung auszuüben begannen. Dem großen französischen Forscher Pasteur verdanken wir die Erkenntniß, daß fast alle in der organischen Welt vor sich gehenden Gährungen und Zersetzungen nur zu Stande kommen durch die lebendige Thätigkeit kleinster Organismen, die wir als Pilze und Bacterien bezeichnen. Diese Thatsache ist es, welche allen unseren Vorstellungen von der Entstehung der infectiösen Krankheiten eine neue Richtung gab und zunächst in der Lehre von den Wundkrankheiten eine gründliche Reform bewirkte.

Jede Hausfrau weiß, daß, wenn sie frisches Fleisch einige Tage in der Wärme und bei offenem Luftzutritt stehen läßt, dasselbe verdirbt und zu faulen beginnt. Untersucht man dieses Fleisch genauer, so findet man, daß es von Milliarden kleinster Pilze und Bacterien wimmelt. Wenn man eben solches Fleisch dagegen in einer wohlverschlossenen Conservenbüchse kocht, so läßt es sich jahrelang in unverändertem, frischem Zustande aufbewahren, und keine Spur von Bacterien ist in ihm zu bemerken. Die Bacterien müssen also daran schuld sein, daß dieses offen stehen gelassene Fleisch in Fäulniß geräth. Analoge Beobachtungen haben die Chirurgen schon längst gemacht: ein Knochenbruch heilt anstandslos zusammen, wenn die Haut des verletzten Gliedes heil geblieben ist; wenn aber auch die umgebende Haut zerrissen ist, so erfolgt die Heilung bei Weitem schwieriger. Nur zu oft beginnt die Wunde zu eitern und sich zu entzünden, und wiederum sehen wir im Eiter Massen von Bacterien auftauchen, während bei unverletzter Haut kein einziger Pilzkeim am zerschmetterten Knochen aufgefunden werden kann. — Nichts liegt näher, als die Vermuthung, daß die Pilzkeime hier ebenso schuld sind an der Eiterung, wie dort an der Verderbniß des Fleisches. Wie das Fleisch durch die Conservenbüchse, so wird der zerbrochene Knochen durch die umhüllende Haut vor dem Zutritt der Luft bewahrt; aus der Luft, also von außen her, müssen die Pilzkeime stammen, welche dort die Fäulniß und hier die Wundverderbniß bewirken. Und in der That lehrt uns das Experiment, daß beide Proceße einerlei Ursprungs sind. Wenn

wir faulende Substanzen, in denen eben die Fäulnißbacterien enthalten sind, mit frischen Wunden in Berührung bringen, so entsteht in denselben Entzündung und Eiterung mit allen ihren verderblichen, oft lebensgefährlichen Folgen; und wenn es uns andererseits gelingt, die Bacterien von einer Wunde fern zu halten, so heilt dieselbe ohne jegliche Störung und ohne zu eitern.

Es ist bekanntlich das unsterbliche Verdienst des großen englischen Chirurgen Lister, die praktische Consequenz aus diesen Thatsachen gezogen zu haben. Er hat uns gelehrt, die Wunden, die wir zu Heilzwecken anlegen müssen, reinzuhalten von aller Infection mit Pilzkeimen, um so den günstigen Verlauf der Operation zu sichern. Hierin liegt das Geheimniß der glänzenden Erfolge, deren die moderne Chirurgie sich rühmen kann. Dank dem Lister'schen Operationsverfahren darf der Chirurg nun wagen, mit seinem blanken Messer in die verborgensten Tiefen des menschlichen Körpers vorzudringen, ohne fürchten zu müssen, daß er seinen Kranken dadurch den Gefahren der Wundverderbniß und ihren Folgen aussetzt.

Die Erkenntniß, daß die chirurgischen Wundkrankheiten durch kleinste Organismen hervorgerufen werden, hat aber auch nach einer anderen Richtung aufklärend gewirkt. Wenn eine Wunde sich entzündet, so leidet stets auch der übrige Körper, es entsteht Fieber und in schlimmen Fällen die so gefürchtete Blutvergiftung oder das Eiterfieber. Die Untersuchung hat nun gelehrt, daß in solchen Fällen dieselben Bacterien, welche in der Wunde die Eiterung hervorrufen, sich durch den ganzen Körper verbreiten. Aus der Wunde können sie durch den Blutstrom in die inneren Organe verschleppt werden, und überall, wo sie hingelangen, bewirken sie von Neuem Entzündung und Eiterung. So schließt sich an die locale Infection der Wunde die allgemeine Durchseuchung des Körpers, die unter Fieber und Schüttelfrösten zum Tode führt. Das Krankheitsbild erinnert in vielen Stücken an den Verlauf des Typhus und vieler anderer mit hohem Fieber verbundener ansteckender Krankheiten.

Und nachdem wir nun erkannt haben, daß das Eiterfieber durch kleinste Organismen hervorgerufen wird, liegt gewiß der Analogieschluß nahe, daß auch bei vielen anderen acuten fieberhaften Erkrankungen Bacterien die Ursache derselben sein dürften. Diese Vermuthung hat rasch ihre Bestätigung gefunden.

Das neue Licht, in welchem die chirurgischen Krankheiten sich uns darstellten, strahlt erleuchtend auch in die Domänen der inneren Medicin herüber und zeitigt auch hier die glänzendsten Entdeckungen. Schon im Jahre 1857 fand Brauell, daß bei der Milzbrandkrankheit des Menschen Bacterien

sowohl am Ort der anfänglichen Milzbrandpustel, als auch im gesammten Blut vorhanden sind, und im Jahre 1873, als eine schwere Epidemie des sogenannten Rückfallsfiebers fast ganz Europa durchzog, wurde von Obermeyer die Entdeckung gemacht, daß im Blut der Kranken kleinste gewundene Stäbchen vorhanden sind, welche allemal verschwinden, sobald das Fieber aufhört. Nun folgten sich die analogen Entdeckungen Schlag auf Schlag. Ich will sie nicht alle einzeln aufzählen, aber den Meisten von Ihnen wird wohl das freudige Staunen erinnerlich sein, mit welcher im J. 1881 die großartige Kochsche Entdeckung des Tuberkelbacillus auf der ganzen Welt begrüßt wurde. Wenige Jahre später geschah es ebenso mit dem Cholerabacillus, und heute kennen wir schon eine lange Reihe der wichtigsten Erkrankungen bei Thier und Menschen, die alle durch Bacterien verursacht werden. Ich nenne nur die verschiedenen Arten der Lungenentzündung, den Abdominaltyphus, die Diphtheritis, den Tetanus oder Wundstarrkrampf, die Gehirnentzündung, den Keuchhusten, viele eitrige Katarthe der Schleimhäute, den Rog, die Rose, und darf als neueste Errungenschaft wohl auch die Influenza anführen. Wollten wir auch die bei Thieren vorkommenden Infectionen hinzuziehen, so könnte ich Ihnen gegen 70 Krankheiten nennen, die alle bacteriellen Ursprungs sind.

Dieses schwerwiegende Resultat ist leicht ausgesprochen, allein die Summe der Arbeit, die es gekostet hat, läßt sich schon heute kaum übersehen. Es genügt uns nicht, daß wir bei allen diesen Krankheiten die Bacterien, sei es im Blut, sei es in den erkrankten Organen, nachweisen — der Beweis, daß sie in der That die Ursache der Krankheiten und keine zufälligen Begleiter derselben sind, läßt sich in zwingender Form nur auf dem Wege mühseliger Experimente erbringen. Erst wenn es uns gelungen ist, den verdächtigen Pilz außerhalb des erkrankten Körpers rein zu züchten und dann durch die Ueberimpfung desselben an Thieren die ursprüngliche Krankheit von Neuem zu erzeugen, dann haben wir das Recht, von einer unumstößlichen Thatsache zu reden. Für die von mir genannten Krankheiten ist dieser Beweis fast durchweg gelungen. Ich könnte Ihnen so in unscheinbaren gläsernen Röhrchen, wohlverschlossen, die Krankheitserreger der Tuberculose, der Cholera, der Lungenentzündung, des Typhus, der Diphtherie zc. vorweisen, wenn ich nicht fürchtete, daß zufällig beim Herumreichen ein Glas zerpringen und die mikroskopischen Uebelthäter, aus ihrem Gefängniß entslüpfend, Unheil anrichten könnten. Das stolze Triumphgefühl des Pathologen aber ist gewiß verständlich, welcher, ein solches Glas ergreifend, sagen kann: „Hier halte ich, nach meinem Willen gebändig, die Träger der Kräfte, welche das Wesen der Krankheit ausmachen; ich vermag dieselben nach Belieben wirken zu lassen, nach Belieben die Krankheit zu erzeugen.“ Leider ist das aber nur

ein Triumph des Naturforschers und nicht des Arztes, denn diesem Letzteren kommt es nicht darauf an, die Krankheit willkürlich hervorzurufen, sondern sie zu heilen und zu vertilgen.

Mit dem Nachweis der Bacterien, sowie mit der Reindarstellung und künstlichen Uebertragung der Krankheitskeime sind aber nur die ersten Schritte zur Erkenntniß und zur Bekämpfung der Krankheitsursachen gethan. Was hilft es uns, wenn wir auch wissen, daß die Krankheit entsteht, sobald die Krankheitserreger in den Körper des Menschen eindringen und sich daselbst vermehren. Das Wie und Warum, also der innere Zusammenhang zwischen Infection und Erkrankung, bleibt uns deshalb noch immer verschlossen und unerklärt.

Nachdem die Bacterien entdeckt worden sind, besteht also die nächste Aufgabe des Forschers darin, zu zeigen, wie und wodurch sie gefährlich werden.

Würden die Bacterien so, wie man es eine Zeit lang vom Milzbrandbacillus glaubte, durch ihre einfache körperliche Anwesenheit schädlich wirken, etwa weil sie sich im Blute vermehren und schließlich alle feinsten Blutgefäße verstopfen und den Blutumlauf im Körper behindern, so müßten alle Bacterien die gleichen Krankheitsercheinungen hervorrufen, und es wäre einerlei, ob man sich mit dem Milzbrand- oder mit dem Typhusbacillus inficirt. Dem ist nun aber nicht so. Die Verhältnisse sind viel zu complicirt, um eine solche grobmechanische Auffassung zu gestatten. Wir müssen vielmehr die schädlichen Wirkungen der Bacterien als einen Effect der Lebensfähigkeit dieser kleinsten Organismen betrachten, und es fragt sich nur, worin diese Lebensfähigkeit besteht. Bei der Beantwortung dieser Frage leiten uns wiederum die Erfahrungen, die wir an den gewöhnlichen Gährungs- und Fäulnispilzen machen, auf den richtigen Weg.

Wenn wir die gewöhnliche Bierhefe in eine wässrige Lösung von Traubenzucker hineinbringen, so beginnen die Hefezellen üppig zu wuchern; dabei wird der Zucker zersetzt, und es entsteht aus ihm Alkohol und Kohlensäure. Der Hefepilz also besitzt die eigenthümliche Fähigkeit, aus dem Zucker Alkohol zu produciren. Ebenso entsteht, wenn wir frische Milch sauer werden lassen, aus dem Milchzucker die Milchsäure durch den Hinzutritt eines stets in der Außenwelt vorhandenen Pilzes, des sogenannten Milchsäure-Bacillus. Die Kraft dieses Bacillus besteht also darin, in der Milch die Milchsäure als das ihm eigenthümliche Stoffwechselproduct zu erzeugen. So hat eine jede Bacterienart ihre besondere Wirkungsweise, und gewiß können wir auch von den kleinsten Krankheitserregern annehmen, daß sie aus den Geweben und Säften des menschlichen Körpers und überhaupt aus allen Medien, in denen sie vegetiren, eigenthümliche Stoffe produciren,

die vielleicht krank machend wirken. Das Experiment hat diese Annahme bestätigt.

Wenn man nämlich faulende, bacterienhaltende Flüssigkeiten durch feinporige Thonfilter durchlaufen läßt, so gelingt es, die Bacterien auf dem Filter zurückzuhalten; die durchgetretene Flüssigkeit aber ist völlig klar, frei von Bacterien und enthält nur die von den letzteren erzeugten gelösten Stoffwechselproducte. Wenn man nun diese Flüssigkeit einem Thier unter die Haut spritzt, so erkrankt dasselbe an hohem Fieber und zeigt dieselben Erscheinungen, wie wenn, etwa im Anschluß an eine Wundaffection, die Bacterien selbst in seinen Körper eingedrungen wären. Diese Beobachtung lehrt uns, daß bei den schweren Formen des Eiterfiebers nicht sowohl die Bacterien an sich, als vielmehr deren Stoffwechselproducte, die sie bei ihrer Vermehrung im Körper erzeugen, die Krankheit hervorrufen. Wie die Fäulnißbacterien, so produciren nun auch die specifischen Krankheitserreger ihre giftig wirkenden Stoffe, und in den letzten Jahren ist es gelungen, mancher dieser Stoffe in der chemischen Retorte habhaft zu werden. So z. B. hat *Vriegler* aus Reinculturen des *Tetanusbacillus* einen Stoff isolirt und rein dargestellt, welcher auf Thiere ebenso wirkt wie die Bacillen selbst. Er hat diesem Stoff den Namen *Tetanotoxin*, *Tetanusgift*, gegeben. Wird nun dieser chemisch reine Giftstoff Thieren, z. B. weißen Mäusen, in das Blut gespritzt, so bekommen sie sofort den Starrkrampf und sterben daran in wenig Stunden. Wenn man die Thiere aber nicht direct mit dem Tetanotoxin vergiftet, sondern ihnen blos die Bacillen des Tetanus einimpft, so dauert es mehrere Tage, bevor sie am Wundstarrkrampf erkranken. Diese Verschiedenheit des Verlaufes ist leicht zu verstehen. Das Tetanotoxin wirkt als Gift sofort, sobald es in den Körper hineingelangt, die Bacillen aber sind an sich noch nicht gefährlich, sondern werden es erst in einigen Tagen dadurch, daß sie das Tetanusgift im Körper der Maus erzeugen. Damit ist der Beweis von der Schädlichkeit und Gefährlichkeit der Bacteriengifte wenigstens für den Krankheitserreger des Wundstarrkrampfes geliefert.

In analoger Weise ist auch das Gift des Typhus, das Gift der Diphtheriebacillen und das Gift der Bacterien der Lungenentzündung aus den Kulturflüssigkeiten der betreffenden Bacterien dargestellt und isolirt worden. An dieser Stelle muß ich auch des vielbesprochenen Tuberculins gedenken. Hat diese geheimnißvolle Flüssigkeit auch nicht die Hoffnungen gerechtfertigt, welche sein großer Entdecker an sie knüpfte, so ist sie doch aller wissenschaftlichen Beachtung werth. Nach dem, was wir bis jetzt über die Herstellung des Tuberculins wissen, ist dasselbe gleichfalls als eine Flüssigkeit zu betrachten, in welcher Stoffe enthalten sind, die dem Lebensproceß der Tuberkel-

bacillen entstammen und in derselben Weise fiebererregend wirken wie die Tuberkelbacillen selbst, wenn sie sich im lebenden Körper niederlassen.

So weist Alles darauf hin, daß die Infectionskrankheiten als eine Art von Vergiftung des Körpers mit schädlichen Stoffen zu betrachten sind, nur daß diese Stoffe hier nicht schon fertig präparirt in den Körper aufgenommen, sondern im Körper selbst von den Bacterien erzeugt werden. Es ist eine Art von dauernder Selbstvergiftung des Körpers, bei der, so lange die Krankheit anhält, der Giftstoff fort und fort neu entsteht und den Körper permanent im Zustande der Vergiftung erhält.

Würde diese Production der specifischen Giftstoffe ins Unendliche fortgehen, so müßte jede Infectionskrankheit zum Tode führen. Zum Glück ist dem aber nicht so. In den meisten Fällen hört vielmehr nach einer gewissen Zeit der Proceß von selber auf, die Bacterien verschwinden, und es tritt Genesung ein, falls nur der Kranke Kraft genug besitzt, um den Krankheitsvorgang zu überdauern und das natürliche Ende desselben abzuwarten.

Ebenso, wie dafür gesorgt ist, daß die Bäume nicht in den Himmel wachsen, so geht offenbar auch das Wachsthum der Krankheitsbacterien unter Bedingungen vor sich, die anfänglich der Entwicklung und der Vermehrung derselben förderlich sind, aber schließlich den Stillstand ihres Lebens bewirken, und so die Selbstheilung der Krankheit herbeiführen. — Welches sind nun diese Lebensbedingungen? Sind es äußere Umstände, die das Wachsthum der Bacterien unterbrechen, oder ist ihr schließlicher Untergang im inneren Wesen der kleinsten Organismen selbst begründet? Ich will versuchen, diese wichtige Frage nach dem Stande unseres heutigen Wissens zu beantworten.

Von jeher sind die Aerzte der Ansicht gewesen, daß der infectiöse Krankheitsproceß als ein Kampf zwischen der Krankheit und dem Kranken aufgefaßt werden kann; der günstige oder ungünstige Verlauf dieses Kampfes hängt dann davon ab, ob der Körper über die Krankheit oder die Krankheit über den Körper den Sieg davonträgt. Dieser alten Anschauung hat *Metschnikoff*, einer der hervorragendsten Schüler *Pastors*, durch interessante Beobachtungen eine moderne Begründung zu geben versucht. Im Jahre 1884 studirte er zum ersten Mal eine bei den Daphniden oder Wasserflöhen vorkommende, durch Pilze verursachte parasitäre Krankheit, an welcher sich die Verhältnisse dieses Kampfes deshalb leicht unter dem Mikroskop beobachten lassen, weil der Pilz groß und das erkrankte Thier fast vollkommen durchsichtig ist. Man erkennt, wie die Pilze, sobald sie in den Körper der Daphniden gelangen, von den weißen Blutzellen, die sich um sie ansammeln, angegriffen und geradezu aufgefressen werden. Das Blutkörperchen, welches selbständige Beweglichkeit besitzt, legt sich so um die Pilzelle herum, daß

diese ganz ins Innere des Blutkörperchens kommt und gleichsam von letzterem verschluckt wird. Hier geht der Pilz zu Grunde und zerfällt in eine leblose körnige Masse. Im ungünstigen Fall dagegen entgehen die eindringenden Pilze zum Theil dem Vernichtungswerk der Blutzellen und wuchern im Körper des Wasserflohes weiter, bis sie ihn zu Grunde gerichtet haben¹. Metschnikoff nannte die Zellen, welche in dieser Weise den Körper schützen, Phagoocyten oder Freßzellen und nimmt keinen Anstand, die Theorie von den Freßzellen auch auf die Bacterienkrankheiten der höheren Thiere und der Menschen auszudehnen, zumal er ähnliche Beobachtungen auch beim Milzbrand, der Wundrose und dem Rückfallstieber gemacht haben will. Die geistreiche Weise der Metschnikoffschen Darstellung erwarb dieser Theorie viele Anhänger, und der Schöpfer derselben versuchte nicht zu betonen, daß wir in diesem Kampfe zwischen den Bacterien einerseits und den Freßzellen andererseits dasselbe Ringen um die Existenz, denselben Kampf ums Dasein wiedererkennen, welchen Darwin als ein Grundgesetz aller lebendigen Entwicklung auf Erden erkannt hat. Allein so sehr diese Theorie mit den Anschauungen der heutigen Naturwissenschaft übereinstimmt, so hat die weitere Forschung doch nicht zur Bestätigung derselben geführt; es läßt sich nicht beweisen, daß die Bacterien im menschlichen Körper thatsächlich durch die Zellen desselben getödtet und vernichtet werden; es hat vielmehr den Anschein, als wenn die Lebenskraft der Bacterien in der Regel den Angriffen der Zellen widersteht, so daß von dieser Seite her ein erfolgreicher Kampf gegen die kleinsten Pilze nicht geführt werden kann.

Wir müssen daher nach anderen Ursachen suchen, welche im Genesungsfalle den Untergang der Pilze bewirken, und wiederum führt die Beobachtung der in der äußeren Natur vor sich gehenden Gährungs- und Fäulnißerscheinungen zum klareren Verständniß. Man erinnert sich des Beispiels der durch Hefepilze bewirkten alkoholischen Gährung einer Zuckerslösung. Hand in Hand mit dem Wachsthum und der Vermehrung der Hefepilze geht die Umwandlung des Zuckers vor sich. Die Lösung wird immer reicher an neugebildetem Alkohol; aber wenn der letztere schließlich einen gewissen Concentrationsgrad erreicht hat, so stockt das Wachsthum der Pilze, die Gährung hört auf, und die Flüssigkeit kommt zur Ruhe. Ebenso wissen wir, daß auch die Fäulniß organischer Stoffe nicht von unbegrenzter Dauer ist, sondern an einem gewissen Punkt Halt macht und mit dem Verschwinden der Fäulnißbacterien endet. Unter den Zersehungsstoffen der Fäulniß findet sich aber stets auch das Phenol oder die Carbonsäure, von der man ja weiß, daß sie ein Gift für die Bacterien ist. Ebenso wie die Carbonsäure wirkt

nun auch der concentrirte Alkohol tödtend und zerstörend auf die kleinsten Organismen, weshalb ja auch die Chirurgen ihre Hände und Instrumente nicht nur mit Carbonsäure, sondern ebenso gut auch mit Alkohol desinficiren. Der schließliche Stillstand der alkoholischen Gährung sowohl, wie der Fäulniß wird uns nun verständlich; dort ist es der Alkohol und hier die Carbonsäure (vielleicht unter Beihilfe ähnlicher Substanzen), welche schließlich die Bacterien vernichten. Sie sterben an dem Uebermaß der Stoffe, welche sie selber erzeugt haben.

Es ist nun sehr möglich, daß bei den bacteriellen Infectionskrankheiten ähnliche Verhältnisse vorliegen. Es hindert uns nichts an der Annahme, daß die kleinsten Krankheitserreger, die in unseren Körper eindringen, daselbst Stoffe produciren, welche einerseits, wie wir schon gesehen haben, den Körper krank machen, aber andererseits auch den Bacterien selbst schließlich verderblich werden.

Die bacteriologische Forschung ist noch nicht so weit gelangt, die Richtigkeit dieser Hypothese strict zu beweisen; wir sind nicht im Stande, das feine Gewebe zu entwirren, durch welches Erkrankung und Genesung mit einander verknüpft sind, aber immerhin liegen schon einige Thatsachen vor, welche uns zu der Hoffnung berechtigen, daß auch in dieses Dunkel die leuchtende Fackel des Experimentes Licht hineinbringen wird.

An dem Beispiel der Lungenentzündung, das ich hier anführen will, wird man erkennen, welche verschlungene Wege die Natur hier wandelt. Es ist ja bekannt, daß, wenn die Mikroben der Lungenentzündung, die sogenannten Pneumococcen, eingeathmet werden oder sonst wie in die menschliche Lunge eindringen, die Lungenentzündung entsteht. Es erkranken jedoch nicht nur die Lungen, sondern der ganze Körper geräth in Mitleidenschaft; es entsteht Fieber und ein schwerer allgemeiner Krankheitszustand, weil der Giftstoff, den die Pneumococcen produciren, das sogenannte Pneumotoxin, aus den Lungen aufgesogen wird und sich im ganzen Körper verbreitet. Nach einiger Zeit, meistens nach einer Woche, hört das Fieber bei günstigem Verlauf plötzlich auf, und es tritt die zur Genesung führende Krise ein, obgleich die Lungen selbst sich noch nicht reparirt haben und der Pneumococcus in denselben noch lange nachgewiesen werden kann. Dieser eigenthümliche Verlauf wird uns durch folgende schöne Untersuchung der Gebrüder Klemperec verständlich: Wenn man den Pneumococcus in einer passenden Nährlösung, z. B. Fleischbouillon, züchtet und sich vermehren läßt, so erzeugt er in der Bouillon das Pneumotoxin. Es ist nun gelungen, das Pneumotoxin als chemisch reinen Körper in Form eines weißen löslichen Pulvers darzustellen. Spritzt man nun eine wässrige Lösung dieses Pulvers

¹ Citirt nach Sahli. Volkmanns Sammlung klinischer Vorträge. N^o 319/20.

einem Kaninchen ins Blut, so entsteht dieselbe schwere fieberhafte Allgemein-erkrankung, von welcher die richtige Lungenentzündung begleitet ist. War die eingespritzte Giftdosis nicht zu groß, so kann das Kaninchen genesen, und es wird so munter wie zuvor. Dennoch ist eine große Veränderung in dem Körper dieses Kaninchens vor sich gegangen. Man kann dasselbe hinfort mit Pneumococcen impfen oder ihm von Neuem das Pneumotoxin einspritzen — es bleibt gesund, das Gift hat seine Wirksamkeit verloren; das Kaninchen ist gegen dasselbe unempfindlich geworden. Allein noch mehr: man kann nun den Blutsaft dieses unempfindlich gemachten Kaninchens anderen Thieren, ja sogar auch Menschen, die an der Lungenentzündung leiden, unter die Haut spritzen, und Mensch wie Thier verlieren sofort ihr Fieber, gerade so, als wenn die natürliche Krise eingetreten wäre. Es ist ein zauberhafter, eben so neuer wie vielversprechender Heilerfolg, den man auf diesem Wege erzielen kann. Ich muß es mir versagen, Ihnen den Gang der Experimente auseinanderzusetzen, welche zu diesem Resultat geführt haben; wir wissen aber durch dieselben, daß im Blut des Kaninchens, dem das Gift der Lungenentzündung eingespritzt wurde, ein neuer Stoff, ein Gegengift entsteht, welches die Wirkung des Pneumotoxin aufhebt und deshalb passend mit dem Namen Antipneumotoxin belegt wurde. — Diese Entdeckung ist von der größten wissenschaftlichen Bedeutung, denn sie erklärt uns den natürlichen Verlauf und die von selbst erfolgende Heilung dieser Krankheit auf folgende Weise: Das Pneumotoxin, welches, wie ich schon sagte, in den Säftestrom des an der Lungenentzündung erkrankten Menschen gelangt und den schweren Allgemeinzustand bewirkt, erzeugt im Blute des Erkrankten das Gegengift, das Antipneumotoxin, und sobald dieses letztere in genügender Menge vorhanden ist, tritt die wohlthätige Krise ein und die ursprüngliche Giftwirkung hört auf. Nun können die noch in den Lungen vorhandenen Pneumococcen nicht mehr schaden, denn das Gift, das sie erzeugen, wird durch das neu entstandene Gegengift unschädlich gemacht.

Man braucht nicht Mediciner zu sein, um die hohe Bedeutung dieser Entdeckungen zu würdigen; sie zeigen uns, auf welchem Wege die Natur ihre Selbstheilungen bewirkt, indem sie dicht neben den infectiösen, verderblichen Stoffen auch die entsprechenden, natürlichen Heilmittel entstehen läßt. Die Natur selbst führt uns auf den richtigen Weg, und wir dürfen hoffen, daß es dereinst gelingen wird, durch die kluge Benutzung dieser natürlichen Heilmittel das Heilverfahren der Natur nachzuahmen und so zu einer wirksamen Behandlung der Infectionskrankheiten zu gelangen.

Es scheint, als wenn Pasteur mit seinen bekannten Heilimpfungen bei der Hundswuth, ohne das Gift dieser Seuche zu kennen, schon diesen neuesten Weg der Therapie betreten habe. Wir bewundern den genialen

Scharfblick dieses Arztes, der hier vorahnend dem mühseligen Gange der Forschung vorausgeeilt ist.

Von den übrigen Bacterienerkrankungen wissen wir überhaupt noch nicht, ob und wie die Selbstheilungen durch die Stoffwechselproducte der Bacterien vor sich gehen. Das Studium der Bacteriengifte hat erst seit wenigen Jahren begonnen, und es wird sicherlich vieler Geduld und noch vieler Arbeit bedürfen, um einen tieferen Einblick in das Wesen und die Wirksamkeit dieser räthselhaften und doch für das Wohl und Wehe der Menschheit so verhängnißvollen Stoffe zu erlangen.

Nicht weniger wichtig als die Heilung der Krankheiten ist jedoch die Aufgabe, ihnen vorzubeugen. Auch hierin geht die Natur uns mit gutem Beispiel voran. Ich habe Ihnen schon mitgetheilt, daß ein Kaninchen, welches eine Vergiftung mit dem Pneumotoxin überstanden hat, gegen jegliche weitere Lungenentzündung gesichert ist, weil das im Blut des Thieres circulirende Gegengift eine weitere Infection verhindert. Dieselbe Beobachtung machen wir auch bei der Diphtherie, und gerade diese Krankheit ist, wie C. Fraenkel gezeigt hat, aufs Beste geeignet, uns ein tieferes Verständniß des Wesens der Unempfindlichkeit gegen gewisse Krankheiten zu eröffnen. Wenn man die Bouillonkultur der Diphtheriebacterien filtrirt, so läßt sich in der klaren, von Bacterien befreiten Flüssigkeit das Diphtheriegift nachweisen und auf chemischem Wege isoliren. Spritzt man die das Gift enthaltende Flüssigkeit den Thieren ins Blut, so erkranken sie gerade so, als ob man ihnen die Diphtheriebacterien selbst in den Körper gebracht hätte. Wenn man aber diese Flüssigkeit erst aufkocht und sie dann den Versuchsthieren unter die Haut spritzt, so bleiben dieselben gesund, weil das Diphtheriegift durch die Siedehitze zerstört worden ist. Dagegen äußert die aufgekochte Flüssigkeit eine andere sehr merkwürdige Wirkung: die mit der aufgekochten Flüssigkeit injicirten Thiere verlieren nämlich im Laufe der folgenden Wochen jegliche Empfänglichkeit für die Erkrankung an Diphtherie; sie sind gegen diese Krankheit immun geworden. Die Diphtheriebacterien haben also in der Bouillonkultur zwei verschiedene Stoffe erzeugt; der eine ist das Diphtheriegift, welches, wie wir sahen, durch Kochen zerstört werden kann, der andere ist diejenige Substanz, welche der Siedehitze widersteht und die Unempfindlichkeit oder die Immunität erzeugt. Man hat auch in früheren Zeiten sehr wohl gewußt, daß viele Infectionskrankheiten, wenn sie einmal überstanden worden, den Körper gegen eine zweimalige Ansteckung sichern; wer z. B. einmal die Masern durchgemacht hat, wird nie wieder von dieser Krankheit befallen. Diese Thatsache stand lange fest, es war aber Niemand im Stande, dieselbe zu erklären. Erst die soeben von mir referirten Beobachtungen bei der Diphtherie gestatten uns ein gewisses Verständniß

derselben, denn wir haben nun das Recht, anzunehmen, daß die Krankheitsbakterien im Körper einerseits die schädlichen und krankmachenden Stoffe erzeugen, aber andererseits auch Substanzen hervorbringen, die den Körper vor einer weiteren Erkrankung schützen. So entschädigen die kleinen Organismen uns manchmal für die Leiden, die sie bringen.

Ohne Ihre Geduld noch lange auf die Probe zu stellen, möchte ich nur noch auf eine wichtige Eigenschaft der Krankheitsbakterien aufmerksam machen. Diese kleinsten Organismen sind nicht immer gleich giftig, vielmehr verlieren sie, wenn man sie längere Zeit außerhalb des menschlichen Körpers, in Bouillon oder auf Gelatine, fortwachsen läßt, ihre Bösartigkeit und erzeugen nur noch leichte Erkrankungsformen, während sie früher die schwersten Affectionen bewirkten. Hieraus erklärt sich vielleicht die auffallende Thatsache, daß nicht alle Epidemien einer Krankheit gleich schwer sind, sondern bald mehr, bald weniger Opfer fordern. Von der größten praktischen Bedeutung ist nun die Beobachtung, daß die schwach wirkenden Pilzculturen nichts desto weniger ihre immunisirenden Eigenschaften behalten können. Darauf beruht z. B. der Erfolg der im Süden Rußlands schon vielfach an Thieren ausgeführten Schutzimpfung gegen den Milzbrand. Schafe oder Rinder, denen abgeschwächte Culturen des Milzbrandbacillus eingeimpft werden, erkranken nur für wenige Tage mit leichtem Fieber und sind danach für alle Zukunft vor der Erkrankung am schweren tödtlichen Milzbrand gesichert. Es kommt nur darauf an, den richtigen Grad der Abschwächung zu treffen, denjenigen Grad, bei welchem die Culturen nicht mehr das intensive Krankheitsgift zu erzeugen vermögen, aber dennoch im Stande sind, die immunisirenden Substanzen im Thierkörper hervorzubringen.

In Vielen wird wohl die Vermuthung aufgestiegen sein, daß die Wirksamkeit der Pockenimpfung in ähnlicher Weise zu erklären sei, und gewiß muß ich Ihnen in dieser Vermuthung Recht geben. Das organisirte Krankheitsgift der Blattern ist uns zwar noch unbekannt, wohl aber kann als sicher betrachtet werden, daß die bösartigen menschlichen Blattern, auf das Kind übertragen und hier von Euter zu Euter fortgeimpft, schließlich zur unschuldigen Kuhpocke geworden sind. Die Bösartigkeit des Krankheitsstoffes hat sich durch die Uebertragung vom Menschen auf das Kind gerade so abgeschwächt, wie die Giftigkeit des Milzbrandes durch die Uebertragung vom Thier auf den künstlichen Nährboden. Die Analogie geht aber noch weiter: wie die abgeschwächte Milzbrandkultur ihre immunisirende Fähigkeit gegenüber dem eigentlichen Milzbrand bewahrt, so entfaltet auch

die Kuhpocke ihre schützende Kraft gegen die menschlichen Blattern zum Heil des Einzelnen und zum Heil der Menschheit. Wir haben das Räthsel der Schutzimpfung noch nicht gelöst; ich hoffe aber in Ihnen die Ueberzeugung wachgerufen zu haben, daß die Forschung auf dem rechten Wege ist, um endlich auch hier zur Erkenntniß zu gelangen.

Wie mit dieser Frage, so steht es mit allen den Thatsachen, Möglichkeiten und Hoffnungen, die ich hier zur Sprache gebracht habe. Auf dem Gebiet der Bacteriologie und der Infectionskrankheiten sind ja bis jetzt nur die ersten Schritte gethan worden, es liegen nur Einzelbeobachtungen und getrennte Gliedstücke der Erkenntniß vor, die sich noch nicht zur lückenlosen Kette des Systems zusammengeschlossen haben, allein uns doch schon zu den schönsten Hoffnungen berechtigen. Es sollte mich freuen, wenn meine kurze Schilderung einiger Bestrebungen und Errungenschaften, deren meine Wissenschaft sich rühmen darf, Sie in der freudigen Ueberzeugung bestärkt haben sollte, daß, wenn auch sonst im Leben der Welt und des Einzelnen Regen und Sonnenschein mit einander wechseln und oft das Dunkel vorzuherrschen scheint, die Wissenschaft wenigstens stetig aufwärts zu immer klareren und sonnigeren Höhen emporsteigt.

Prof. Dr. Karl Dehio.

