

Die Entdeckung der Krankheitserreger

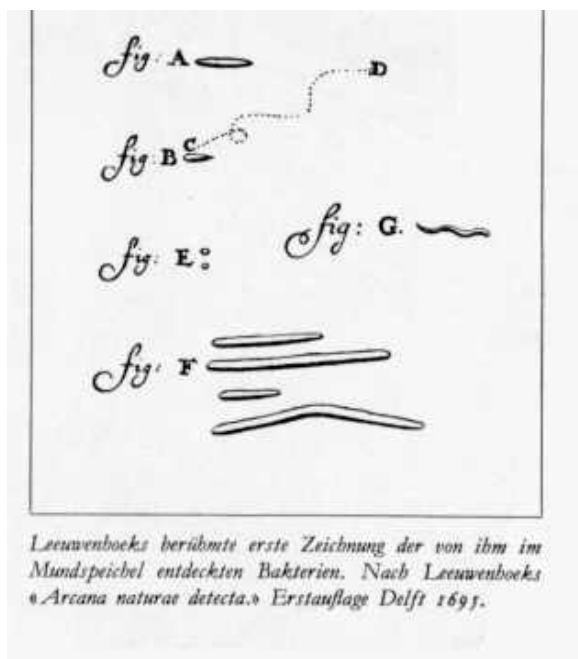
Von Dr. F. Paulsen

Der Forschungsabschnitt, dem die Erkennung der Bedeutung der Mikroorganismen als Krankheitsverursacher zu verdanken ist, hat eine neue Ära in der Medizin eingeleitet. Die Lehre von der Ansteckung konnte auf eine exakte Basis gestellt werden, von da aus wurde das Wesen der Infektionskrankheiten erfaßt und Licht auf das uraltdunkle, noch immer nicht ganz aufgehellte Geheimnis der Seuchen geworfen. Die Errungenschaften der Bakteriologie haben die Ätiologie und Nosologie umgeformt und griffen bestimmend in den Gang der gesamten Praxis ein. Sie haben sowohl der Hygiene des Alltags als auch dem öffentlichen Gesundheitswesen ein neues Gepräge gegeben. Die Mikrobiologie schuf faktische und begriffliche Voraussetzungen zu jener biologischen Durchdringung der Pathologie, die sich in der Bestimmung (Diagnostik), Behandlung und Vorbeugung der Krankheiten umwälzend auswirkte. Die Immunitätslehre ist ein Kind der bakteriologischen Forschung, nicht anders die Serotherapie oder die moderne Chemotherapie.

Hundert Jahre Krankheitserreger

Mit der Entdeckung der pathogenen Mikroorganismen hat sich keine rein innerwissenschaftliche oder gar bloß spezialistische Entwicklung vollzogen. Der von G. Stirker in einem besonderen Zusammenhang (Pestforschung) ausgesprochene Satz, "In Wirklichkeit ist nichts Stetiges in der Entwicklung der Pathologia animata", hat allgemeinste Geltung. Und dies ist vor allem dadurch bedingt, daß eine Reihe kultur- und geistesgeschichtlicher Voraussetzungen erfüllt werden mußte, bevor die Zeit kam, der die Entdeckung der Krankheitserreger beschieden war. Sie -Jahrzehnte mühsamer, Schritt für Schritt zielbewußter werdender Arbeit - begann vor 100 Jahren.

Im vierten Jahrzehnt des vorigen Jahrhunderts brachte die Empirie zum erstenmal Ergebnisse, zu deren Verarbeitung die Theorie reif geworden war. Es sei nur an die Wiederentdeckung der Krätzmilbe im Jahre 1834 erinnert, an einen Einzelfund, dessen grundsätzliche Bedeutung für die Überwindung der Krasenlehre erkannt wurde. Von nun an blieben die Resultate von Beobachtung und Experiment nicht mehr isoliertes Stückwerk,



Leeuwenhoeks berühmte erste Zeichnung der von ihm im Mundspeichel entdeckten Bakterien. Nach Leeuwenhoeks „Arcana naturae detecta.“ Erstaufgabe Delft 1695

sondern wurden von einer Theorie zusammengefaßt, gedeutet und geleitet, die es gelernt hatte, Fragen zu stellen, die in der Erfahrung beantwortbar waren und die sich beschied, nunmehr Hypothesen zu entwickeln, die nicht ins Phantastische abschweiften, sondern wirklichkeitsnah blieben und Aussicht hatten, beim Stand der Forschung bewahrheitet zu werden.

Die alte Pathologia animata

Nicht daß die Vorstellung von krankheitserregenden-ansteckenden Kleinlebewesen erst vor 100 Jahren aufgetaucht wäre. Dem Gedanken des Contagium animatum begegnen wir schon im Altertum, so bei *Mareus Terentius Varro* (geb. 116 v. Chr.), der meinte, die Luft der Sümpfe sei verderblich, weil sie von winzigen Tierchen geschwängert sei, die in die Nase, in den ganzen Körper, eindringen. ja, es wurde wiederholt versucht, Systeme der Pathologia animata zu entwickeln.

Antony van Leeuwenhoek (1632-1723), dem sich die Wunder der mikroskopischen Welt in ihrer bunten Fülle zuerst offenbarten, stieß bereits in das Gebiet des Mikroparasitismus vor, als er fand, daß die Puppen der Flöhe von winzigen Milben angegriffen werden. Was dies zu bedeuten hatte, formulierte der große Engländer *Jonathan Swift* (1667-1745) in satirischen Strophen:

Die Forscher stellen fest, daß auf dem Floh schmarotzen klein're Flöhe frisch und froh.
Noch klein're beißen diese; so geht's heiter ganz unbegrenzt, ad infinitum, weiter.

Antony Leeuwenhoek nach einem Titelkupfer seiner 1719 erschienenen „*Epistolae ad societatem regiam anglicam et alios illustres viros seu continuatio mirandorum Arcanorum naturae detectorum*“, gestochen von *J. Verkolje*



Der gelehrte Jesuit *Athanasius Kircher* (1601 bis 1680) glaubte, bei der Pestepidemie 1656 im Pestblut- und Buboneneiter kleine Pestwürmchen zu sehen. Bald fehlte es auch nicht an grotesken Vorschlägen zur Bekämpfung der winzigen Tierchen, die möglicherweise auch die ganze Atmosphäre verpesten und eine ungeheure Gefahrenquelle darstellen. Ein anonymen Landsmann von *Swift* schlug vor, bei drohenden oder beginnenden Epidemien mit Musik, Trompeten und Pauken, mit dem höllischen Lärm von Kanonen und Flinten die kleinen Wesen zu überfallen. Sie würden dann wie aufgescheuchte Heuschreckenschwärme das Weite suchen.

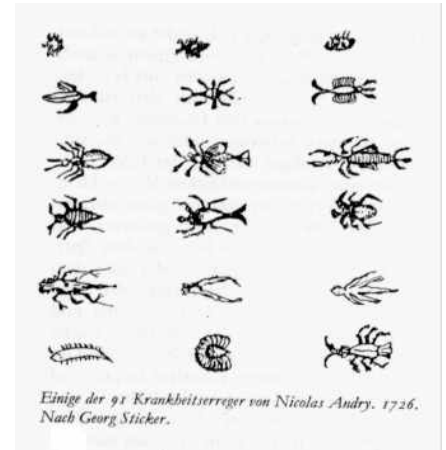


Schon in der Frühzeit der Mikroskopie haben zahlreiche Ärzte bei verschiedensten Krankheiten „minima animacula“ gewittert, vermeintlich gesehen, ja sogar ganz genau beschrieben. Eine umfassende Darstellung der Pathologia animata mit besonderem Hinblick auf die Pest gab im Jahre 1741 *Johann von Muralt*, „Physices Professor und Canonicus bey der Stiff des großen Münsters und Archiater in Zürich“.

Er erklärte darin: „Weil solche pestilenzialische Seuche ganz ansteckend ist, und kein Gift zur Infektion oder Ansteckung bequemer sich findet als das animalische, die Pest auch von einem animalischen sehr flüchtigen, ätzenden Gift herrühre, es bestehe nun dasselbe aus den subtilen Dünsten, welche aus den faulenden animalischen Körpern aufsteigen oder aus den subtilsten sehr häufigen Samen oder Eilein, welche aus einer unaussprechlichen Menge kleinster ohne Vergrößerungsglas ganz unsichtbarer Mücklein in die Luft gestreuet und demnach von den Menschen mit dem Speichel oder unter den Speisen oder auch dem Atem eingezo-gen, welche Eilein oder Sämlein endlich in dem Geblüt ausgebrüet und lebendig gemacht werden, da denn solche Menge der Würmlein entweder in dem Geblüt verbleibend dessen Kreislauf hemmt und hier oder da von der Stärke der Natur in eine oder andere Drüsen der Haut ausgestoßen wird: Beulen, Blattern oder Drüsen auswirft und da solche zur Zeitigung der Materie kommen, in dem Eiter hernach durch das Microscopium viel tausend hin und her kriechende Würmlein gesehen werden. Wann aber solcher Wurmsamen von dem Geblüt nicht geschieden wird, sondern in demselbigen entweder lebendig gemacht oder faulend und flüchtig ätzend verbleibt, so dissolviert er das Blut gänzlich, macht es zum Kreislauf unbequem und untüchtig und tötet also den Menschen in einem, zwei oder drei Tagen Zeit, selten erst in dem vierten, fünften oder folgenden Tagen.“

Das ist schon eine recht präzise und historisch außerordentlich interessante Beschreibung vom Eindringen, Wirken und Ausscheiden der Ansteckungs Würmlein - die freilich *Muralt* ebensowenig unter dem Mikroskop sah als andere seiner Zeitgenossen. Man betrieb eine Pathologia animata aus der Phantasie.

Am weitesten ging darin zweifellos *Nicolas Andry* (1658-1742), Professor an der Pariser Fakultät, ein außerordentlich vielseitiger und geistreicher Mann; u. a. hat er mit seinem Werk „L'orthopédie, ou l'art de prévenir et de corriger dans les enfants les difformités du corps“ (1741) die Orthopädie aus der Taufe gehoben und ihre Hauptaufgaben bestimmt. In seiner Schrift „Traité de la génération des vers dans le corps de l'homme“ (1700) meinte er, die Luft, das Wasser, der Essig, der gärende Wein, das alte Bier, die saure Milch seien voller Keime, ebenso das Blut, der Urin, die Pusteln der Pockenkranken, und daß es bei venerischen Krankheiten überall (jenseits der Wahrnehmung liegende) Würmchen gäbe, die den Körper auffressen. 1704 stellte er in seinen *Eclaircissements* zu diesem Buch noch die Behauptung auf, jeder Körperteil habe seine eigentümlichen Würmer, von denen die einzelnen Krankheiten bewirkt würden. Dieser Vorläufer hypermoderner Theorien von organspezifischen Bakterien war aber kritisch genug, um seine Übertreibung alsobald selbst zu verspotten. Denn nach *G. Stickers* Untersuchung (1926) steckt kein anderer als *Andry* hinter dem Anonymus M. A. C. D., der in einer „Suite du Système d'un Medecin Anglais“ 1726 für nicht weniger als 91 Krankheiten die Erreger (*insectes*) angibt und abbildet: Pestler, Geschwürler, Krebsler, Entzündler, ebenso Ohnmachtler, Leibkneifler, Tränenfistler, Wollüstler, Durchläufer usw. Was nicht minder interessant, er zählt auch die spezifischen Heilmittel auf. Es sind nicht pflanzliche oder mineralische Gegengifte: der *Satiricus* M. A. C. D. will die Krankheitsinsekten durch noch kleinere Lebewesen, die Heilwürmchen (*vers*) vernichtet wissen. Also gewissermaßen von Insektophagen! Wer dächte da nicht an die Bakteriophagen von d'Hérelles?



Schon Goethe sah Bakterien

Wurden schon vor Jahrhunderten in Ernst und Spott Krankheitserreger und ihre Feinde beschrieben, ohne daß sie je wirklich gesehen wurden, so muß andererseits daran erinnert werden, daß mit der mikroskopischen Sichtbarmachung von Bakterien die Entdeckung der Krankheitserreger noch längst nicht zogen war. Denn ganz zweifellos bringt der Brief *Leeuwenboeks* an die Royal Society vom 14. September 1693 schon Abbildungen von „Tierchen“, die später den Namen Bakterien erhielten. Bakterien sind also keineswegs erst im 19. Jahrhundert in den Gesichtskreis der Forschung getreten. Schon früher wurden sie von Männern der Wissenschaft aber auch von Liebhabern der Natur beobachtet. Unter diesen auch von *Goethe*. Angeregt durch *W. F. v. Gleichen-Russwurm* hatte er seit dem Frühjahr 1785 eifrig Studien am Mikroskop betrieben. Das Instrument begleitete ihn nach Karlsbad und Italien. (In Rom ging eine Linse verloren und das Mikroskop mußte zurückgesandt werden.) *Goethe* bereitete sich Aufgüsse aus Pilzen, Kartoffeln, Bier usw. Den noch erhaltenen mikroskopischen Zeichnungen aus seiner Hand dienten Wasserkrebse, Rädertierchen und Infusorien, daneben Pilzmyzelien und Aspergillen als Vorlage. *Goethe* spricht aber auch von Gebilden, die wohl Bakterien waren, von „zahllosen bewegten Punktierchen und noch unendlich kleineren zitternden Punkten“.



Goethes Mikroskop

Bakterien, noch keine Krankheitserreger

Von der Entdeckung der Mikroorganismen bis zum Nachweis ihrer pathogenetischen Bedeutung war ein weiter Weg. Man hatte z.B. ihren gigantischen Anteil für die Gestaltung der Erde - Kalkgehäuse vorweltlicher Kleinlebewesen als Aufbauelemente von Gebirgen - viel früher erkannt.

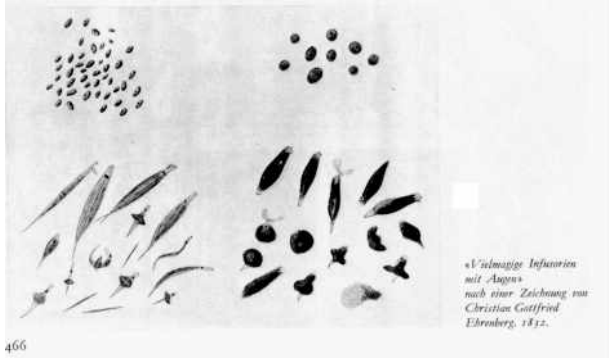
Christian Gollfried Ehrenberg (1795-1876)

Noch 1842 verlor der bahnbrechende Erforscher der Formen und der Organisation von Infusorien, *Chr. G. Ehrenberg* (1795 -1876), in einem Vortrag „Das unsichtbar wirkende organische Leben“ kein Wort darüber, daß unter den Geheimnissen der Natur, die das Mikroskop enthüllt



und noch enthüllen wird, auch die vieler Krankheiten eingeschlossen sind. Trotzdem hatte schon eine Entwicklung begonnen, an der *Ehrenberg* selbst verdienstvoll beteiligt war.

Die unkontrollierbare spekulative Auffassung von der parasitären Natur der Krankheit wurde durch die Auf-
findung pflanzlicher und tierischer Parasiten von der empirischen Forschung abgelöst. Sie vermochte sich
fruchtbar auszuwirken. Die Welt stand im Banne der Verheerungen der Cholera, die nach Deutschland im
Jahre 1831 einbrach und von dort nach Oesterreich und dem Balkan einerseits, nach West- und
Nordeuropa andererseits weiterzog. Mit Eifer ging man dem Problem der Entstehung, Bekämpfung und
Verhütung solcher Epidemien nach. Die Fragen nach der Natur und Verbreitungsweise des Anstec-
kungsstoffes beschäftigten die besten Köpfe und führten zu Theorien und Hypothesen, die geeignet waren,
das geistige Band für neue empirische Feststellungen zu geben. In der Erkennung des Zusammenhanges
von „Parasitismus“ und „Ansteckung“ lag ein entscheidender Schritt zur Entdeckung der Krankheitserreger.



466

„Vielmagige Infusorien mit Augen“, nach einer Zeichnung von Ehrenberg. 1832

Die ersten Krankheitserreger

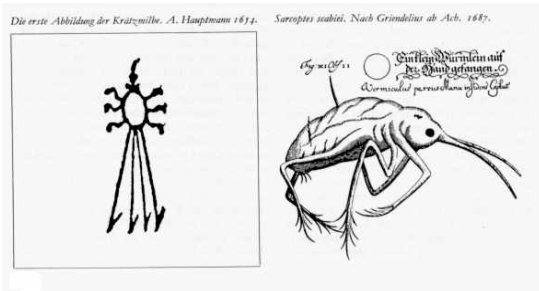
Die Rolle winziger Pilzparasiten wurde zum erstenmal bei einer „Speisekrankheit“ erkannt. Gemeint ist die
auch kulturhistorisch außerordentlich interessante Klarlegung der Ursache des „Wunders von der
blutenden Hostie“. In seinem großen Wandgemälde in der Stanza d'Eliodoro im Vatikan hat *Raffaelli* die
Messe von Bolsena verewigt: ein an der Transsubstantiation zweifelnder Priester sieht aus der von ihm
soeben geweihten Hostie Blut fließen. Diesem Ereignis aus dem Jahre 1263 folgen bald danach und bis ins
19. Jahrhundert hinein immer wieder ähnliche. Die naturwissenschaftliche Deutung dieses Phänomens
brachte eine Fleckenepidemie der Speisen in Legnano bei Padua, wo 1819 erst bei einem Bauer die
Polenta und bald danach im ganzen Dorf allerlei Lebensmittel bis zu gekochten Hühnern plötzlich
„Blutflecken“ bekamen. Der zur amtlichen Untersuchung dieses immer weitere Kreise aufregenden „Teu-
felswerks“ entsandte Arzt, L. *Sette*, kam mit genialem Scharfsinn auf den Gedanken, daß es sich um
Pilzwucherungen handeln könne.

Er übertrug Teile der roten Flecken auf noch unverdorbene Speisen und erzeugte stets die
gleiche Verfärbung. Als die Bevölkerung sah, daß auch in der Küche ihres geschätzten
Priesters, wo *Sette* gleichfalls Impfungen vornahm, das Speisebluten auf natürlichem Wege
entstand, beruhigte sie sich und es blieben jene Ausschreitungen gegen Andersgläubige aus,
die früher im Gefolge des Blutwunders oft zahlreiche Opfer forderten.

Die Aufdeckung der natürlichen Ursache einer lange Zeit als übernatürlich angesehenen
Erscheinung ist nicht nur für die Vorgeschichte der Bakteriologie von historischer Bedeutung,
sondern führte später bei der Schaffung bakteriologischer Methoden zu einem wichtigen
Fortschritt. Seit den Versuchen von *Sette* ist man wiederholt den Bedingungen der
Speiseverfärbung nachgegangen. Im Jahre 1849 hatte *Ehrenberg*, als in Berlin das
Phänomen auftrat, den farbproduzierenden Organismus unter dem Namen *Monas prodigiosa*
in sein System eingeordnet. Anlässlich der Breslauer Speisekrankheit im Winter 1868/69
untersuchte *J. Schroeter* im Pflanzenphysiologischen Institut des bahnbrechenden
Systematikers der Mikroorganismen *Ferdinand Cohn* (1838-1898) den Pilz und bestimmte
ihn nach dem Vorgange von *C. Davaine* (1812-1882) als *Bacteridium prodigiosum* (*Bacillus*
prodigosus). Bei seinen Arbeiten hatte *Schroeter* zum ersten Mal methodisch festen
Nährboden (Kartoffelscheiben) angewendet. Er trennte Organismenklümpchen von sehr
verschiedener Farbe ab und konnte sie auf frischen Nährböden mit ihren charakteristischen
Eigenschaften weiterzüchten. Damit wies er den Weg zur Erkennung der Bakterienarten
durch isolierte Züchtung und zu Gewinnung von Reinkulturen. „Mit der Arbeit *Schroeters*
über die Pigmentbakterien ist eine neue Aera der Bakterienforschung eingeleitet worden» (*F.*

Löffler) Den Höhepunkt erreichte sie durch die von *Robert Koch* (1843- 1910) anfangs der 80er Jahre¹ geschaffenen Kulturmethoden.

Hatte schon die Aufklärung des Blutwunders mit Hilfe des Überimpfens Anlass zum Nachdenken gegeben, so wurde 1834 durch die Wiederentdeckung der Krätzmilbe die Bedeutung des Parasitismus für die Krankheitsentstehung unabweislich dargetan. Bis dahin hatte man die Krätze zu den "Krasen" d.h. Krankheiten der fehlerhaften Säftemischung gezählt. Noch Napoleon mußte wegen Magenbeschwerden nach dem ägyptischen Feldzug, da das Leiden als die Folge einer zu rasch geheilten Krätze angesehen wurde, das Hemd eines Krätzekranken anziehen. Dadurch wollte man eine neuerliche Krätze entstehen lassen und die Krankheit auf die Haut ablenken". Beim Volke war die Milbe (Seure in Deutschland, Pedicello oder Sciro in Italien, Brigant usw. in Frankreich bekannt und man beherrschte alle Finesse des Milbenfangs. Die Wissenschaft meinte indessen, es handle sich um ein zufälliges, möglich durch die Krankheit selbst erzeugtes Gebilde. Was umso sonderbarer ist und wiederum für die Abhängigkeit der Einzelnen Entdeckungen von der herrschenden Gesamtauffassung (Theorie) spricht, da nach der Entdeckung des Mikroskops sogar verschiedene Abbildungen der Krätzmilbe in Umlauf kamen. C. *Bonomo* schilderte schon 1687, wie in Livorno die Mütter krätzekranker Kinder die Milben jagen und töten, beschrieb auch die Lebensgewohnheiten und Verbreitungsmöglichkeiten des Schmarotzers, was ebenso in Vergessenheit geriet, wie 1786 die Beschreibung der Milbe als Krankheitsursache von *J. E. Wichmann* (1740-1802) übergegangen wurde, weil sie in kein System paßte. Erst *J. L. Alibert* (1766-1837) nahm am Anfang des vorigen Jahrhunderts die Suche wieder energisch auf. Sein Beauftragter *Galés*, Apotheker des Hôpital St. Louis in Paris, konnte auch der Krätzmilbe bald habhaft werden, demonstrierte sie einer Aerkztkommission und veröffentlichte 1812 eine Schrift über die Krätzmilbe mit Bild - das jedoch die Käsemilbe zeigte. Dadurch kam die Milbenlehre wieder in Mißkredit. Bis dann 22 Jahre später auf der Klinik von *Alibert* der Mediziner *Renuzzi* aus Korsika, wo man mit dem Milbenfang sehr vertraut war, die Milbe als den Erreger der Krätze endgültig sicherstellte.



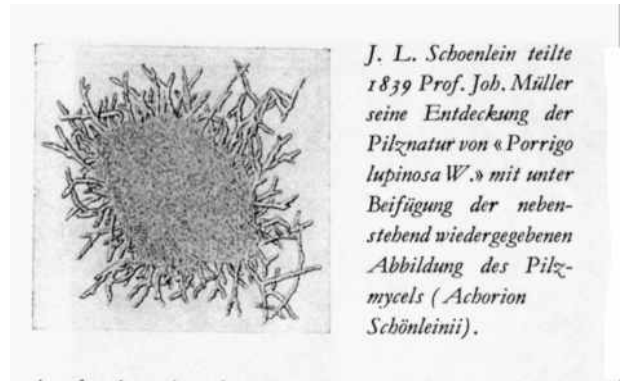
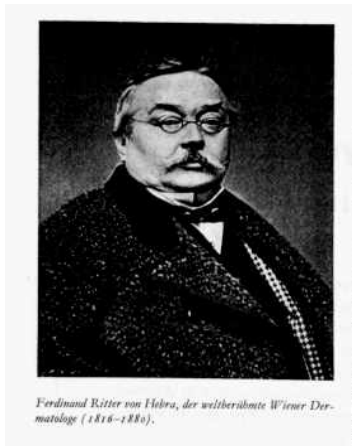
Links erste Abbildung der Krätzmilbe, Hauptmann 1654
Rechts *Sarcoptes scabiei*. Grindelius 1687

Dank dem Schöpfer der Wiener Dermatologenschule, *F. Hebra* (1816-1880)) wurde die Krätze bald weit über Frankreich hinaus als parasitäre Krankheit angesehen. Und schon 1837 gesellte sich dieser Feststellung eine weitere hinzu, die Erkenntnis der parasitär-kontagiösen Natur einer Seuche der Seidenraupen in der Lombardei. Sie war für die Krankheitslehre von außerordentlicher Tragweite. „Unter den Krankheiten, deren Entstehung, Verbreitung und Verlauf mit der Entwicklung eines parasitischen Organismus im Zusammenhang stehen, verdient zuerst die sogenannte Muscardine Erwähnung, die zwar eine dem Menschen ziemlich fernstehende Tiergattung befällt, aber durch die präzisen Resultate, zu welchen die experimentelle Bearbeitung derselben geführt hat, in der Theorie der Epidemien Epoche macht „ (*J. Henle*, 1853).

Die von der Muscardine (Kalksucht) befallene Seidenraupe verrät die Krankheit während ihres Lebenskaum durch äußere Symptome. Nur selten wird sie kurz vor dem Tode rot oder zeigt an der Körperoberfläche zerstreute rötliche oder gelbliche Flecken. Gegen das Ende des Lebens hört die Raupe auf zu fressen. Die charakteristischen Krankheitszeichen treten nach dem Tode auf. Der Körper wird mit einer weißen, pulverartigen Effloreszenz² bedeckt, trocknet ein und mumifiziert sich. Daß es sich bei dem Ausschlag um Schimmel handelt, wußte man schon früher. Aber erst *Agostino Bassi* aus Lodi (1775 – 1856) zeigte 1835, daß die Effloreszenz keine auf dem toten Körper als ein Produkt der Krankheit entstandene Vegetation ist. Er erkannte in dem Schimmelpilz *Botrytis Bassiana* (Balsamo) die Ursache der Muscardine.

¹ Des 19. Jahrhunderts

² Einfache Ausblühung bedingt durch das kapillare Aufsteigen von Lösungen, die an der Oberfläche verdunsten.



Ferdinand Ritter von Hebra, Agostino Bassi, (1775 – 1856) Pilzmycel Dermatologe (1816-1880)

Auch hier sei hinweisend auf eine etwas spätere Zeit eingeschaltet, daß noch einmal eine Krankheit der Seidenraupen zu wichtigen und einflußreichen Forschungen Anlaß gab. Gemeint ist die Aufklärung der Ursache der Pébrine oder Fleckenkrankheit. In den 60er Jahren³ hatte sie sich in den Raupenzuchten Frankreichs verheerend ausgewirkt. Man fand abgestorbene Tiere in Mengen sackartig verwandelt und ausgefüllt von breiiger Masse. *Louis Pasteur* (1822-1895) gelang es nachzuweisen, daß das Krankheitsgift in den Dejektionen der Würmer enthalten ist und mittels der Nahrung weiter einverleibt wird. Er gab auch die Mittel zur Bekämpfung der Seuche an.

Die Muscardine-Arbeit von *Bassi* erschien fast gleichzeitig mit den Veröffentlichungen von *Ca,gniard de la Tour* (1777-1859) über die Rolle von Pilzen bei der Gärung. Es wurden hier Tatsachen und Anschauungen mitgeteilt, die auch von dem Begründer der tierischen Zellenlehre *Theodor Schwann* (1810-1882) vertreten wurden. Seit längerem nahm man zwischen der Gärung und bestimmten Krankheitsprozessen Zusammenhänge an, und da nun auch die Gärung auf Pilze hinwies, gab dies eine weitere Anregung zu Untersuchungen über mikroskopische Pilze bei Krankheit. Hinzu kam noch, daß der Wiener Botaniker *Franz Unger* (1800-1870) beim Studium von Pflanzen-Exanthemen schmarotzende pflanzliche Erreger nachgewiesen hatte. Zu den Forschern, die das Studium der Muscardine zum Ausgangspunkt mikroparasitologischer Forschungen machten, gehörte der hervorragende Kliniker *J. L. Schoenlein* (1793-1864). Er war sich der exemplarisch-grundsätzlichen Bedeutung dieser Raupenkrankheit voll bewußt, und als er an zahlreichen aus Italien bezogenen Tieren die Richtigkeit der Befunde von *Bassi* bestätigen konnte, suchte er nach Analogien in der Humanpathologie. Seine Bemühungen, unter dem Mikroskop Pilze bei menschlichen Erkrankungen zu entdecken, waren bald erfolgreich. Im Jahre 1839 erkannte der damals noch in Zürich wirkende *Schoenlein*, daß die gelbe Favusborke von Massen eines Sproßpilzes gebildet ist. Im Jahre 1845 hat *R. Remak* (1815-1865) in der Schoenleinschen Klinik in Berlin durch den Favuspilz, dem er den Namen *Achorion Schoenleinii* gab, Favuspusteln experimentell erzeugen können. Wieder war eine „Säftekrankheit“, dazu noch eine erbliche „(Erbgrind)“, auf Parasiten zurückgeführt und kontagiös befunden worden. Der Zusammenbruch der spekulativen Humoralpathologie, schon durch die pathologische Anatomie (Organpathologie) eingeleitet, war unvermeidbar. *Schoenlein* selbst war die Entdeckung weiterer Krankheitserreger nicht beschieden, seinen Schülern hat er aber die Aufsuchung des parasitären Ursprungs von Krankheiten als eine der wichtigsten Leitideen der Krankheitsforschung eingeprägt.

In Frankreich wurde schon 1841 durch den in Paris wirkenden ungarischen Arzt *David Gruby* (1810-1898) die Pilznatur der Favuspusteln ebenfalls erkannt. Er beschrieb den Erreger ganz genau und nahm Uebertragungen auf Menschen und Tiere vor. Zur gleichen Zeit hat dieser geniale Mikroskopiker und Mediziner auch den Pilz des Herpes tonsurans entdeckt. Ueberhaupt entfaltete *Gruby* als Mykologe eine bahnbrechende Wirksamkeit. In wenigen Jahren durchstreifte er das ganze Gebiet der Dermatomykosen. Darüber hinaus gelang ihm u. a. der Nachweis eines Parasiten im Blute des Frosches, der zu einer Gruppe von Mikroorganismen gehört, deren ungeheure pathogenetische Bedeutung für Menschen und Tiere erst um die Jahrhundertwende bei den Schlafkrankheitsforschungen ihre rechte Würdigung fand. Es handelte

³ Des 19. Jahrhunderts

sich nämlich um einen Parasiten mit charakteristischer Drillbohrer- bzw. Korkziehergestalt, der demgemäß von *Gruby* mit dem Namen Trypanosom belegt wurde.

Die Krankheit ein Schmarotzerwesen

Medizinisch-parasitologische Einblicke von solcher Auffälligkeit, denen noch andere zahlreiche, wenn auch minder bedeutsame Beobachtungen über Pilze und verschiedene Entozoen zur Seite standen, verfehlten ihre Wirkung nicht auf die Anschauungen über die Natur der Ansteckung. Die kontagiösen Krankheiten konnten nunmehr als von Parasiten, von lebenden durch ihre Kleinheit meist freilich unsichtbaren Organismen, bedingt aufgefaßt werden. Daß die Krankheit etwas Organismisches sei, das an der Gesundheit parasitiere, war eine Ansicht, die schon längst vor der naturwissenschaftlichen Parasitologie vertreten wurde. Von dem Schmarotzerwesen der Krankheit wußte *Paracelsus (1493-1541)* manches zu erzählen.

Paracelsus von P. P. Rubens (Brüssel) gemalt um 1615 bis 1620 nach einem Quentin Massys zugeschriebenen Original.

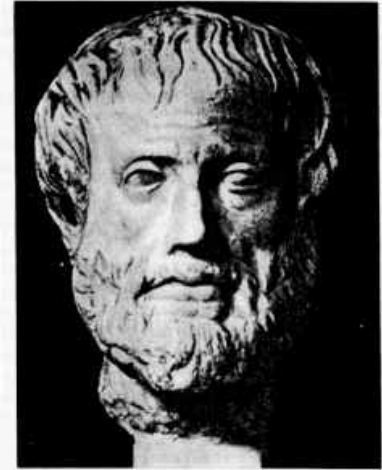


Paracelsus von P. P. Rubens (Brüssel) gemalt um 1615 bis 1620 nach einem Quentin Massys zugeschriebenen Original.

Die Krankheit erschien ihm als ein wirkliches Wesen, das lebensfeindlich sich des Lebens bemächtigt. In der Medizin der Romantik tauchte in poetisch-philosophischem Gewande neuerlich der Gedanke auf, die Krankheit sei ein organisches Wesen, ein „Lebensprozeß, der oft wesentliche Eigenschaften des Lebens in sich trägt und der an, in und mit dem Körper lebt“ (C. W. Stark). Die Krankheit schien nichts „Negatives“ zu sein, d. h. eine Beraubung der Gesundheit, sondern etwas „Positives“, ein eigentümlicher Lebensprozeß unter besonderer Form, der an der Gesundheit nach eigener Erhaltung strebt, wie jeder andere organische Prozeß. Die Krankheit ward angesehen als „ein selbständiger, niederer Lebensprozeß und Organismus, eine Afterorganisation“ (F. Jahn). Im einzelnen erging man sich in der Begründung der Gesetze des Lebens durch Dualismus und Polarität; die Störung der Polaritäten, hieß es, erzeuge den Krankheitskampf; sprach von dem Symbolismus der Krankheit, von der Mischung und Entmischung gesunder und kranker Wesenheiten. Geradezu mythologisch wurde der Kampf zwischen der niedrigeren Organisation (Krankheit) und dem höheren Organismus (Gesundheit) ausgesponnen und der kranke Mensch, an dem der Parasitismus der Krankheit sich auswirkte, als ein Rückfall in einen niederen Tierzustand betrachtet. Krankheit und Gesundheit standen sich derart wie zwei Wesenheiten gegenüber. Es ist sogar verwunderlich, daß die Frage des *Aristoteles* nicht weiter ausgewälzt wurde, warum es eine ansteckende Krankheit, aber keine ansteckende Gesundheit gäbe. Dafür ging man tiefsinnig der Geburt und Gestalt, dem Leben und Sterben des „Krankheitsleibes“ nach. Und wie die einzelne Krankheit als ein Organismus aufgefaßt wurde, ließ man die Seuchen gleichsam als in der Geschichte sich auslebende Wesen entwickeln. Für *Heinrich Haeser (1811 -1 887)* war die attische Seuche, die *Thucydides* schildert, eine zu ihrem vollen Wesen noch nicht gelangte, gleichsam embryonische Bubonenpest, der schwarze Tod die vollausgebildete Pest und die Ausbrüche in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts faßte er als die absterbende Pest auf in ihren letzten Zügen und Zuckungen.

Jakob Henle (1809-1885) war es vor allem, der in seiner den Durchbruch des wissenschaftlichen Denkens vorbereitenden rationalen Pathologie *IS4o* der Organologie der Romantik als dem Niederschlag religiöser Ahnungen, dichterischer Einbildungen und philosophischer Hirngespinnste mit Logik und Tatsachensinn entgegentrat.

Diese Skulptur des Aristoteles (Wien) gilt als das erste griechische Individualbildnis überhaupt. Um 325 v. Chr.



Diese Skulptur des Aristoteles (Wien) gilt als das erste griechische Individualbildnis überhaupt. Um 325 v. Chr.

Trocken-ironisch stellte er fest: „Auch die Wissenschaft scheint Schwärmereien, von welchen sie in der Jugend unberührt blieb, im Alter nachholen zu müssen.“ Er nahm den Leitsatz der funktionellen Pathologie vorweg mit der Erklärung: „Die Krankheitssymptome sind nichts anderes als die durch abnorme äußere Einflüsse alterierten physiologischen Funktionen.“ Seine Kritik an veralteten Auffassungen und romantischen Absonderlichkeiten setzte vorerst begrifflich ein. Nicht die Krankheit ist der Parasit, deduzierte er klar und bündig, sondern Parasiten können Ursachen von Krankheiten sein. Nicht die Krankheit, sondern die Krankheitsursache ist es, die sich bei parasitären Krankheiten fortpflanzt. „Um ein grobes Beispiel zu wählen, so denke man sich, daß ein Dorn, in den Finger eingedrungen, Entzündung und Eiterung erzeuge. Eitert der Dorn heraus, so kann er in den Finger eines andern Individuums eingestochen werden und dieselbe Krankheit zum zweitenmal erzeugen. Hier wurde also durch den Dorn nicht die Krankheit, auch nicht ein Produkt derselben, sondern der Reiz, der sie hervorbrachte, übertragen. Und vorausgesetzt, der Dorn könne im kranken Körper sich vervielfältigen, oder jeder kleinste Teil wieder zum Dorn werden, so könnte man durch Uebertragung jedes kleinsten Teiles desselben in andere Individuen dieselbe Krankheit, Entzündung und Eiterung, erregen. Nicht die Krankheit ist der Parasit, sondern der Dorn“. Damit war der entscheidende Schritt vom *ens morbi* zur *causa morbi* getan.

Die Lehre von den Miasmen

Um zu einer rationalen, d. h. den Tatsachen Rechnung tragenden Lehre von den Seuchen und somit der Ansteckung zu gelangen, zergliederte *Henle* die Vorstellungen über das „Miasma“, deren Unbestimmtheit seit Jahrhunderten die Epidemiologie belastete. Miasma bedeutet einfach das Verunreinigende, was nichts oder sehr viel zu besagen hat. Im letzteren Sinne war das Miasma ein systematischer Grundbegriff der alten Seuchenlehre und ein Mädchen für alles geworden. Das Miasma war das Krankhafte in der Luft zu Zeiten der Epidemien, das eingeatmet zu Massenerkrankungen und Massentod führte. In welcher Form? Einmal taucht das Miasma auf, als wäre es ein, wenn auch mysteriöses, doch immerhin stoffliches Sekret, das andere Mal wird ihm flüchtige Gestalt zugesprochen. In Zwickau wurde 1348 für die Pest der Rauch der Schmieden verantwortlich gemacht. Der Bekämpfung der Miasmen im Sinne physikalischer Verunreinigungen der Luft galten viele Gesetze und Vorschriften schon vom 13. Jahrhundert an. Bis hinein in die Anfänge der bakteriologischen Aera sprach man von „unstofflichen Kontagien“, von „gasförmigen Miasmen“, von „Krankheitskeimen, die durch Verdunstung sich in die Luft verflüchtigen“. Sumpfgeländen schrieb man die *mal-aria* zu, dem Einfluß (*influens*) von Luftveränderungen, die Influenza. Hier sagt die Terminologie alles.



Jugendbildnis des Anatomen Jakob Fr.:G. Henle (1809 bis 1885). (Berlin, Zürich, Heidelberg, Göttingen.)

Jugendbildnis des Anatomen Jakob Fr.:G. Henle (i Sog bis i&gf). (Berlin, Zürich, Heidelberg, Göttingen.)

Noch 1860 vertrat *Charles Murchison* (1830-1879) die Ansicht, daß der Abdominaltyphus von Kloakengasen herrühre. Inzwischen war das Putride, das faulig-jauchige, hinzugekommen. Putride Luft ließ man überall dort entstehen, wo Anhäufungen von Menschen stattfanden, in überfüllten Spitälern der Verwundeten und Wöchnerinnen. Dort bewirkten sie Hospitalsbrand und Wochenbettfieber, ganz wie in den Massenquartieren des Elends oder in den Heerlagern den Flecktyphus. In die sich stauende stickige Luft sollten die Ausdünstungen unsauberer Leiber oder Kleider gelangen, die Luft vergiften und die Menschen krank machen. Hier spukte die Urzeugung, diese (auch uneingestandenermaßen) ständige Voraussetzung



solcher Anschauungen. Sieche Körper, besonders ihre Ausscheidungen sollen pestilenzialische Wesen entwickeln, nicht anders als alle zerfallenden organischen Substanzen, Schmutz der Häuser, Sumpf- und Bodenexhalationen zur Entstehung von organischen Gebilden führen. Nicht zuletzt meinte man, daß die Gewebe des Körpers bei ihrem Zerfall in kleinste Organismen übergehen. All das so Entstandene hieß es, triebe sein Unwesen als Miasma. Und wie der Beschaffenheit nach vollkommen unbestimmt, waren auch die Wege des Miasmas als krankheitsbewirkender Faktor geradezu okkult.

Hieronymus Fracastorius (Girolamo Fracastoro) 1483 -1553, nach einem Zeitgenössischen Stich.

Wohl gab es schon in früheren Jahrhunderten Krankheiten, die man als durch Kontakt infektiös ansah. So erklärt *Joannes Almenar* in seinem Libellus de Morbo Gallico 1536 klipp und klar, daß die Krankheit der Franzosen nur bei unmittelbarer Berührung übertragbar ist, daß dagegen bei den Priestern und Mönchen der Schaden durch verdorbene Luft entstünde. Doch für die Gesamtheit der Seuchen waren die Ansteckungsverhältnisse undurchsichtiger als bei der Syphilis.

Hieronymus Fracastorius (1483-1553) hat in seinen drei Büchern von den Kontagien 1546 die Ansteckungen auf drei Wegen entstehen lassen:

1. Unmittelbar durch Berührung (per contactum),
2. Mittelbar durch Zwischenträger, d. h. allerlei Zunder (per fomites)
3. Ueber Entfernungen hinweg durch die Luft (ad distans)

Das in die Ferne wirkende Kontagium war das Miasma. Ueber die Distanzwirkungen des Miasmas, über seine abenteuerlichsten Reisen in und durch die Luft, wissen die Seuchenchronisten wahre Räubergeschichten zu erzählen. Bis in die zweite Hälfte des 19. Jahrhunderts begegnen wir den absonderlichsten Vorstellungen über Wege und Schleichwege miasmatischer Infektionen.

Die neue Lehre vom Contagium

Jakob Henle erkannte nun in seinen Pathologischen Untersuchungen (1840) und in seinem Handbuch der rationellen Pathologie (1846 ff.), daß der Begriff des Miasmas eines festen Inhalts entbehre und sich ins Wesenlose verliere, wenn man ihn nicht durch die Einsichten in das Wesen parasitärer Krankheiten unterbaue und ausfülle. Er zog die Konsequenzen aus den zeitgenössischen Feststellungen über die Aetiologie von Muscardine, Favus, Krätze und dem Wissen um verschiedene Darm- und Blutschmarotzer bei Mensch und Tier. Er sah, daß die Begriffe „Kontagium“ und „Parasitismus“ zum Teil sich decken: „Die Krankheiten, die ein Parasit erzeugt und die durch zufällige oder absichtliche Ueberpflanzung des Parasiten mitgeteilt werden, sind eben dadurch ansteckend oder kontagiös; der spezifische Parasit ist der Ansteckungsstoff oder das Kontagium dieser Krankheiten. Zwar ist der Name und Begriff der Kontagion ursprünglich nicht für diese klare Art von Mitteilung geschaffen, sondern für die Mitteilung gewisser Krankheiten durch eine rätselhafte und, wie man meinte, aus dem erkrankten Körper selbst produzierte Materie, die man eher, insbesondere wegen ihrer im Verhältnis zur Menge des angewandten Stoffes mächtigen Wirkungen, den Giften an die Seite stellen zu müssen glaubte. Es ist deshalb von vielen Seiten eine förmliche Art von Verwahrung eingelegt worden gegen die Vermischung der durch Parasiten erzeugten und mittelst derselben übertragbaren Krankheitszustände mit den kontagiösen Krankheiten der eben genannten mysteriösen Art. Dies ging so weit, daß man jede Krankheit, als deren Ursache bis dahin ein Kontagium gegolten hatte, aus der Reihe der kontagiösen zu entfernen gebot, sobald eine sorgfältigere oder mit verbesserten Hilfsmitteln angestellte Untersuchung in dem Kontagium ein belebtes, also parasitisches Wesen entdeckte. So bildete man sich ein, die Lehre von den kontagiösen Krankheiten vor Verwirrung zu bewahren. Ich bin fest überzeugt, daß dies vielmehr der Weg ist, diese Lehre zu ewiger Dunkelheit zu verdammen.“

Mit zwingender Klarheit legte *Henle* dar, daß die Verwirrung durch eine strengere Handhabung der Begriffe leicht zu lösen sei. Wohl werde vielen die Ansicht fremdartig erscheinen, daß es bebeinte und sich selbsttätig als lebende Wesen vermehrende Kontagien gäbe. „Allein diejenigen, welche hieran Anstoß nehmen, sollten erwägen, daß diese Schwierigkeit eine freiwillig geschaffene ist, die ebenso freiwillig dadurch aus dem Wege geräumt werden kann, daß man die Bedeutung der Wörter dem erweiterten Inhalte unseres Wissens von den mit denselben zu bezeichnenden Dingen anpaßt. Tatsächlich ist das Wort

„Kontagium“ erfunden, um etwas Materielles zu bezeichnen, das, *in* oder *auf* einem lebenden Individuum bereitet, den Krankheitsprozeß, welchen dies Individuum durchmacht, auf ein anderes Individuum überträgt. Damit ist zugleich die Kontagion scharf von der einfachen Uebermittlung irgend welcher Krankheitsursache geschieden; denn das Trichnin, welches man etwa mittelst des Blutes eines vergifteten Tieres einem anderen Tiere injizieren würde, der Pfeil, welcher, nachdem er ein Individuum durchdrungen, noch ein zweites verwundet, die Wespe, welche sich von einem Körper entfernt, um noch einen zu stechen - alles dies sind keine *in* oder *auf* dem kranken Leibe bereitete Schädlichkeiten. jenes Materielle nun erweist sich in einem Falle als ein Tier, welches auf dem Kranken erzeugt wurde, in einem anderen Falle als Samen einer Pflanze, die auf dem ansteckenden Individuum gewachsen ist; in vielen Fällen will es uns weder eine Form, noch auch nur eine besondere chemische Zusammensetzung offenbaren; es erscheint flüssig, luftförmig, unfaßbar. Manche Kontagien sind im Laufe der Zeiten aus der letztern Kategorie in eine der ersten übergegangen. Macht es nicht den Eindruck einer sogenannten „guten Ausrede“, wenn man, nachdem man sich aufs äußerste gesträubt, in der Milbe das Kontagium der Krätze zu erkennen, nunmehr, überführt, zu der Behauptung flüchtet, die Krätze sei nicht zu den kontagiösen Krankheiten zu zählen? Man wird sich hüten müssen, das, was man von dem Kontagium einer Krankheit erfahren, ohne weitere Prüfung auf andere auszudehnen; man wird mit besonderer Vorsicht zu untersuchen haben, ob die parasitischen Bildungen, die sich im Laufe einer kontagiösen Krankheit entwickeln, die wirklichen Ursachen der Krankheit oder nur zufällige Gäste des kranken Körpers sind. Aber es wäre ein Mißgriff, wenn wir uns bei Erforschung der kontagiösen Prozesse der Aufschlüsse begeben wollten, welche gerade aus den Krankheiten, deren Kontagium genau und vollständig gekannt ist, zu gewinnen sind.“

Die miasmatischen Ansteckungen waren für *Henle* noch in mancher Hinsicht ungeklärt, auch hütete er sich, den Begriff Miasma aufzugeben. Das sogenannte remittierende Fieber und die Influenza rechnete er den „rein miasmatischen“ Krankheiten zu. Aber trotz aller Unklarheiten, von denen das Miasma umgeben war, bedeutete „miasmatisch“ für ihn einfach nur soviel wie „durch die Luft weiter befördert“ und die Identifizierung von „Miasma“ und „flüchtigem Kontagium“ wollte *Henle* schließlich doch nicht anders verstanden wissen „als Bezeichnung nämlich der Fähigkeit einer Materie, sich in trockenem Zustand sehr fein verteilt und deshalb un wahrnehmbar in der Atmosphäre suspendiert zu erhalten. Je entschiedener kontagiös sich eine Krankheit zeigte, umso wahrscheinlicher wurde es ihm, daß die rätselhaften „miasmatischen Fälle“ nur versteckt kontagiöse seien. Der methodische Fehler der Miasmatiker entging ihm nicht. Er erkannte, daß sie gleichsam die Vertreter einer „negativen Pathologie“ sind, die ihr Geschäft auf „exklusivem Wege“ betreiben: sie nehmen per exclusionem dort Miasmen an, wo die Bemühungen, eine Gelegenheit der Ansteckung, das ist des Kontagiums, zu entdecken, erfolglos bleiben. Das Argument, Miasmen könnten Produkte des Körpers sein, ließ er nicht gelten: „Unter den normalen und abnormalen Elementarteilen des Menschen und der höheren Tiere sind keine bekannt, welche ihre Lebensenergie wochenlang nach der Abtrennung vom Körper behaupten oder gar dieselben nach dem Austrocknen wiedergewinnen könnten. So spricht die große Tenazität der Kontagien der miasmatisch-kontagiösen Krankheiten gegen die Annahme einer nur relativen Selbständigkeit derselben, verträgt sich dagegen sehr wohl mit dem, was wir von niederen Tieren und Pflanzen wissen, welche lange Zeit, selbst in trockenem Zustand, lebensfähig bleiben.“ Geradezu programmatisch verkündet *Henle* : „Bleiben wir bei der Tatsache, daß wirklich in den meisten, wenn nicht in allen epidemischen Krankheiten der kranke Körper einen Stoff ausscheidet, mittels dessen die Krankheit auf andere übertragen werden kann. In diesem Stoff kann die Krankheitsursache greifbar werden; er bietet uns Gelegenheit, die Eigenschaften derselben zu studieren, ja sogar sie dem Experiment zu unterwerfen, und deshalb muß von ihm die Untersuchung ausgehen.“ Schon 1840 führte also *Henle* die Gründe dafür an, daß „die Materie der Kontagien nicht nur eine organische, sondern auch eine *belebte*, und zwar mit individuellem Leben begabte ist, die zu dem kranken Körper im Verhältnis eines parasitischen Organismus steht.“ Das Kontagiöswerden miasmatischer Krankheiten, dieses in der alten Seuchenlehre unermüdlich erörterte Problem, schien ihm nicht unlösbar, einfach dadurch, daß er die Miasmen und Kontagien eben als im Grunde gleichartig unter dem Namen „infizierende Materie“ auffaßte. Wobei ihm der Gedanke nicht entging, daß der Ansteckungsstoff jeweils eine Spezifität besitzt: „Er ist für jede spezifische Krankheit immer derselbe und erscheint uns als Kontagium, wenn sein Ursprung aus einem kranken Körper sich direkt nachweisen läßt, im entgegengesetzten Falle als Miasma.“

In solchen methodisch klaren Ausführungen, in denen auch immerfort auf die Notwendigkeit exakter Untersuchungsmethoden hingewiesen wird, hat sich der Uebergang zur neuen auf der Parasitologie bzw. Mikroparasitologie fußenden Lehre von den Seuchen und der Ansteckung vollzogen. Zu Ansichten wie *Henle* kamen um die Jahrhundertmitte zahlreiche Forscher. Aus dem Bereiche deutscher Wissenschaft sei nur der Klimatologe *A. Mühry* genannt, der nach Sichtung der geographischen Verteilung und „Verhältnisse der Krankheiten“ 1856 ebenfalls die Eigenart der „Miasmen“ leugnete: „Unsere aus einer gro-

ßen geographischen Uebersicht hervorgegangene Vorstellung ist diese: *Miasmen sind, höchst wahrscheinlich mikroskopisch kleine, keimfähige Organismen, am wahrscheinlichsten Pilze und staubartige Pilzsporen, von eigentümlich intoxicierender Ei<genschqft.*“

Kampf zwischen neu und alt



Jahrzehnte mußten aber erst vergehen, bis diese Auffassung wissenschaftliches Allgemeingut wurde. Noch der große *Rudolf Virchow* (1821-1902) war als junger Forscher bei der Untersuchung des „Hungertyphus“ in Oberschlesien 1848 ein naiver Miasmatischer. In der von *Henle* gezeielten Art des Ausschließens diskutierte er die atmosphärisch-tellurischen Momente, von der Oberflächenbeschaffenheit der Erde bis zur Lufterlektrizität und nahm dann an, daß begünstigt durch gewisse Luftströme polaräquatorialer Natur in der Wohnungsluft Ausdünstungen der Menschen, aber auch des Sauerkrautes Miasmen bildeten und zur Zeit der Hungersnot die Seuche bewirkten. Ein schon mehr unbewußtes Fortleben miasmatischer Anschauungen begegnet uns z. B. bei *C. v. Nägeli* (geboren 1817 in Kilchberg bei Zürich) in der Art und Weise, wie er die Möglichkeiten der Luftinfektion überschätzt.

Carl Wilhelm von Nägeli (1817-1891) Professor der Botanik in Freiburg, Zürich (1855-57) und München.

Wohl wußte er, daß die „Miasmen“ nur Spaltpilze sein können, sprach ihnen aber im „miasmatischen Medium“, nämlich in der Luft, eine geradezu mörderische Wirksamkeit zu. Er argumentierte folgendermaßen: die Infektionskeime sind so klein (50-30,000 Millionen wiegen lufttrocken zusammen 1 Milligramm), daß sie durch die allerschwächsten Luftströmungen leicht fortgeführt und verbreitet werden können, indem sie die allerwinzigsten, unter den stärksten Vergrößerungen des Mikroskops kaum sichtbaren Stäubchen darstellen; hinzu kommt noch, daß sie in der Wärme, die etwa bei Massenansammlungen herrscht, ihre Zahl in 20 bis 25 Minuten verdoppeln können. Diese gewaltige Möglichkeit der Pilze, durch die Luft infektiöse Wirksamkeit zu entfalten, stellte *Nägeli* der geringen Gefährlichkeit des Trinkwassers gegenüber. Dabei fiel er in das andere Extrem. Gegen die Trinkwasser-Theorie von Typhus und Cholera führte *Nägeli* verschiedene Beobachtungen an, so den Fall, von dem *Douglas Cunningham* anläßlich der Cholera 1896 in Radschmahal (Bengalen) berichtete: „In Kassim Bazar (das an einem Seitenarme des Ganges liegt) herrschte eine sehr heftige Choleraepidemie. Der Stadtteil Naja Bazar, etwa eine englische Meile fluabwärts liegend, blieb von der Seuche verschont, obgleich die Bewohner nur das Wasser aus dem Flusse zu trinken hatten, der von Kassim Bazar kam und damals äußerst wenig Wasser führte; in diesem Flßchen aber badeten die Bewohner der Cholerastadt, reinigten ihre Wäsche und bestatteten nach indischem Ritus die Choleraleichen.“ *Nägeli*, der die Luft bei gewissen Epidemien, während des Aufenthaltes auf Malariaboden und in Krankenzimmern bei Diphtherie, akuten Exanthenen usw. für derart gefährlich hielt, daß er das Tragen von Filterapparaten vor Mund und Nase empfahl, meinte, mit dem Trinkwasser wäre es gar nicht so schlimm, der Unterschied zwischen reinem und unreinem Wasser sei nur ein ästhetischer aber kein hygienischer. „Ein klares Trinkwasser ist ein rhmlicher und empfehlenswerter Luxus, den sich der Einzelne und ein ganzes Gemeinwesen gestatten mögen, wenn die Mittel es erlauben, wenn nicht wichtigere Aufgaben für die geistige und leibliche Gesundheitspflege zu erfüllen sind.“ Mit einer solchen Verharmlosung der Wasserschäden hat die Schule von Koch aufgeräumt, dabei allerdings wiederum die Wasserbakterien als Gefahrquelle überschätzt.

In diesem Zusammenhang ist es daher umso erwähnenswerter, daß selbst *Robert Koch*, der große Widersacher der Miasmatischer, noch im Jahre 1888 eine Ueberwertung der Luft als Ansteckungsmedium verriet und den Staubinfektionen eine Bedeutung zusprach, die unverständlich wäre, wenn sie nicht ihre historischen Gründe hätte. Man hat eben früher die Luft - die Miasmen - für die Infektionen verantwortlich gemacht. In seinem Vortrag über die Bekämpfung der Infektionskrankheiten und insbesondere der Kriegsepidemien erörterte *Koch* die Beziehungen der Infektionsstoffe zu Luft, Wasser und Boden: „Beginnen wir mit der Luft, so wird das Hauptgewicht darauf zu legen sein, daß die Infektionsstoffe daran verhindert werden, aus dem feuchten Zustand in den trocknen, staubförmigen überzugehen, da sie nur auf diese Weise in die Luft gelangen können. Ist dies aber nicht zu vermeiden, dann muß der Staub schon möglichst im Augenblick des Entstehens aus der Umgebung der Menschen durch Luftströmungen, welche kräftig genug sind, um ihn tragen zu können, abgeführt werden. In der freien Luft verteilt sich der infektiöse Staub dann sofort auf so große Luftmengen, daß die Gelegenheit zur Infektion eine verschwindend geringe wird. Nur

wenn er etwa über unmittelbar neben dem Infektionsherd gelegene dichtbewohnte Stadtteile sich verbreiten kann, ist er, wie die Erfahrungen an einigen Pockenhospitalern gelehrt haben, noch im Stande, Unheil anzurichten, was natürlich vermieden werden muß und auch leicht vermieden werden kann. Diese Entfernung von infektionsverdächtigen Staub ist die Hauptaufgabe, welche die Ventilation solcher Räume zu erfüllen hat, in denen infektiöse Kranke sich aufhalten, und dieser Aufgabe gemäß sollte die Ventilation gehandhabt werden. Die Beseitigung gasförmiger Zersetzungs- und Stoffwechselprodukte, welche bisher der eigentliche Zweck der Ventilation war, ist für diesen Fall von ganz nebensächlicher Bedeutung. Ganz besonders werden diese Verhältnisse bei exanthematischen Krankheiten, also auch beim Flecktyphus zu berücksichtigen sein, weil die Infektionsstoffe dieser Krankheitsgruppe, allem Anscheine nach, sich ausschließlich in Staubform verbreiten. Die günstigen Resultate, welche die englischen Aerzte im Krimkriege dem Flecktyphus gegenüber erzielten, sind denn auch höchstwahrscheinlich in erster Linie der ausgiebigen Lüftung zuzuschreiben, welche sie zur Anwendung brachten.“ Als Koch diese Sätze sprach, war durch russische Aerzte bereits der wichtigste Schritt zu dem Beweis getan worden, wonach bei der *Verbreitung* des Flecktyphus die Luft bloß insofern eine Rolle spielt, als die Infektionsvermittler - die Läuse - Lufttiere sind.

Solche medizingeschichtlichen Kuriosa stellen die Leistung von *Henle* in ein umso helleres Licht. War sie auch der Form nach eher kritisch, sie wies der Forschung trotzdem schöpferische Wege. Mit bescheidenen Worten kennzeichnen die letzten Zeilen der Rationellen Pathologie den Kern des Werks: „Und indem wir schließlich die Entscheidung einer ferneren Zeit anheimgeben, müssen wir uns begnügen, wenn der unsrigen das Verdienst nicht abgesprochen wird, die Fragen präziser gestellt zu haben.“ Die präzise Fragestellung über Natur und Wege des Ansteckungsstoffes führte zur Entdeckung eines Neulands, des ungeheuren Gebietes der Krankheitserreger. Denn ebensowenig wie mit dem ersten leistungsfähigen Vielmaster, sondern erst durch die Hypothese eines Westweges nach Indien Amerika entdeckt wurde, ist die Erkenntnis pathogener Mikroorganismen der Erfindung des Mikroskops zuzuschreiben. Gerade das verleiht den alsbald einsetzenden Jahrzehnten großartiger bakteriologischer Entdeckungen einen immerwährenden wissenschaftlichen Nimbus, daß diese Taten zielbewußt, planmäßig und methodisch erfolgten.

Die letzten Hindernisse

Vorerst waren freilich noch manche Klippen zu umschiffen, bevor der Weg frei wurde. In der Odyssee mikroparasitologischer Forschung hatte von jeher der Gedanke von der Urzeugung einen Sirenenklang und verlockte die Gelehrten zum Glauben, das kleine aber auch größere „Getier“ auf Wunden und Ausschlägen oder in Ausscheidungen sei spontan entstanden. Daß das Miasma durch Erzeugung aus leblosem Stoff hervorgegangen gedacht wurde, ist bereits erwähnt worden. In zweifacher Hinsicht bereitete die Urzeugungsidee schwere Hindernisse. Sie ließ erstens allzu oft die Parasiten als Produkte des Krankheitsprozesses auffassen und zweitens, was theoretisch und praktisch ebenso fatal war, mußte man Epidemien und kontagiösen Krankheiten so lange vollkommen resigniert gegenüberstehen bis die Ansicht nicht überwunden war, daß sowohl der tote als auch lebende Ansteckungsstoff unter gewissen, und wie es schien sehr häufig gegebenen, Bedingungen in- und außerhalb des Körpers von selbst entstehen könne. Eindrucksvoll hat ein eifriger und erfolgreicher Pionier der Bakteriologie, *Edwin Klebs* (1834-1913), die traurige Lage geschildert, in der sich z. B. der bedeutende österreichische Chirurg *Franz von Pitha* (1810-1875) befand. In seiner Prager Klinik - wie übrigens überall - wirkten sich die Wundkrankheiten katastrophal aus. In den Pariser Hospitälern rechnete man bei Amputationen mit 60% Sterblichkeit. Nicht anders war es mit dem Kindbettfieber in den Gebäranstalten und Frauenspitälern bestellt. Seit zahlreichen Generationen war Ärzten und Hebammen die Lehre von der atmosphärischen Selbstentstehung der in Frage stehenden Krankheitsursachen in Fleisch und Blut übergegangen.



Der österreichische Chirurg Franz von Pitha (1810-1875).

Der österreichische Chirurg Franz von Pitha (1810-1875).

Man fühlte sich völlig machtlos und stand mit verschränkten Armen dabei. Jenen, die anders zu denken begannen, wie *I. Ph. Semmelweis* (1818-1865) seit 1847 und *J. Lister* (1827 bis 1912) seit 1867, schenkte man noch nicht allgemeinen Glauben. Und so geschah, daß *Pitha*, der 1851 eine Arbeit über Hospitalbrand lieferte, fast in völlige Verzweiflung geriet, an dem Beruf des Chirurgen beinahe irre und vollständig messerscheu wurde. Erst nach dem Jahre 1871 wurde es dank der Bakterienfunde von *Klebs* im Eiter der Schußwunden im Karlsruher Kriegslazarett und infolge des Durchdringens der anderweitig schon früher vertretenen Auffassung von der infektiösen Natur der Wundschäden anders.

Nunmehr konnte *Pitba* zu seinen Schülern sagen: „Jetzt dürfen wir wieder wagen, zu operieren, seitdem wir wissen, was diesen Krankheiten zugrundeliegt.“

Die Urzeugung

An solchen Wirrnissen war nicht zuletzt der Urzeugungsgedanke schuld, und es verlohnt sich, einen Blick auf seine Geschichte zu werfen. Die Vorstellungen von der spontanen Entstehung, ja Erzeugbarkeit von Lebewesen ist uralte. Wir begnügen uns, mit der Neuzeit zu beginnen und den Brüsseler Arzt und Chemiker *J. B. van Helmont* (1577-1644) zu nennen, der angeben zu können glaubte, auf welchem Wege Mäuse künstlich zu erzeugen seien. Der etwas jüngere *Griandel vom Ach* bildete in seiner *Micrographia curiosa* 1687 einen aus Maitautropfen hervorgegangenen Frosch ab und teilte Rezepte mit zur Erzeugung von Lebewesen aus Stein und Erz. Im 19. Jahrhundert begnügte man sich damit, toter Materie bloß niedrigeres Leben zu entlocken. Der französische Militärintendant *du Fray* ließ zum Ergötzen seiner Freunde Ochsenfleisch in Fliegen verwandeln und derart davonfliegen.

Dabei hatte der Toscaner Hofarzt *Francesco Redi* (1626-1697) schon längst erkannt gehabt, daß die Maden an in Zersetzung begriffenem Fleisch nichts anderes als Larven von Fliegeneiern sind und die Küchentechnik bereichert, indem er zeigte, wie durch Gaze das Fleisch zu hüten sei. Seitdem die winzigen Infusorien entdeckt waren, glaubte man erst recht, nunmehr mit Hilfe des Mikroskops, den Schöpfungsvorgang zu erspähen. Der anglikanische Geistliche *Tubervill Needham* (1713 bis 1781) wollte zeigen, daß auch bei Ausschaltung der Möglichkeiten organischer Verunreinigung auf bestimmten Stoffen eine Urzeugung stattfindet. Er kochte ein Stück Fleisch in einem Gefäß, das er dann dicht verschloß. Nach Wochen und selbst Monaten fand *Needham* stets Infusorien darin. Widerlegt wurden diese Versuche theoretisch 1762 durch den Genfer Physiologen *Charles Bonnet* (1720-1793) und experimentell 1769 durch den vielseitigen Italiener *Lazarus Spallanzani* (1729 bis 1799), der bei gründlichem Kochen und tatsächlichem Luftabschluß niemals Tierchen vorfand: „Ich tat 19 verschiedene Infusionen in ebensoviele hermetisch versiegelte Flaschen und ließ sie in einem großen Gefäß mit Wasser eine Stunde lang sieden.



Der italienische Gelehrte Lazarus Spallanzani (1729 bis 1799).

Als ich nun zur gehörigen Zeit die Flaschen untersuchte, zeigte sich kein Merkmal einer freiwilligen Bewegung, daraus ich schließen konnte, daß lebendige Geschöpfe in der Infusion wären, so sehr ich auch mit dem Mikroskop danach suchte.“ Die bald danach anbrechende Romantik ließ sich von solchen Versuchen freilich nicht beeindrucken und erging sich ungehemmt inner- und außerhalb der Medizin in Urzeugungs Philosophemen. Während *Jean Paul* (1763 bis 1825) sich in einem längeren Aufsatz 1814 über die Leute, die durch „Geburten aus Schleim“, „Tierweltchen aus Ruß“ und mit dem „Aufgußwurm“ als „ersten Adam des Menschen“ das erste Buch Mose korrigieren wollen, gebührend lustig machte, glaubte *Goethe* an die Urzeugung.

Lazarus Spallanzani

Noch 1825 meinte der Weimarer Dichterst, es könnten Blattläuse aus Säften der Blätter und allerlei Lebewesen aus faulendem Wasser hervorgehen. Auf eine Frage des Herzog Karl August teilte er mit, daß er die Entstehung von Infusorien, Läusen und Insekten aus unsauberer Materie ganz glaubhaft finde und meinte, aus Spänen von Nadelholz, die mit Urin 24 Stunden in einem fest verschlossenen Gefäß aufbewahrt würden, entwickelten sich Flöhe.

Innerhalb der Wissenschaft wogte der Kampf um die Urzeugung noch viele Jahrzehnte hin und her. Zwar bewiesen schon 1836 *Franz Schulze* und 1837 *Th. Schwann*, daß zersetzungsfähige Substanzen selbst bei Luftzufuhr unzerstört bleiben, wenn nur die Luft vorher chemisch oder durch Hitze keimfrei gemacht wurde. Den Sieg über die Auffassung von der spontanen Entstehbarkeit des Lebens haben aber erst jene Versuchsanordnungen errungen, von denen die des *Louis Pasteur* am berühmtesten wurden. Sie haben u. a. bei der Sterilisierung der Milch zur wichtigen Feststellung geführt, daß es Keime gibt, die längere Zeit selbst eine Hitze von mehr als 100°C ertragen. Ueber die praktische Tragweite der Versuche von *Pasteur* braucht hier nicht besonders gesprochen zu werden. Sie ist hinlänglich bekannt. Dagegen sei kurz auf die religiös-weltanschaulichen Hintergründe des Kampfes um die Urzeugung hingewiesen.

Bald nach der Entdeckung von *Leeuwenhoek* hat der gelehrte Jesuitenpater *Bonanni* die tiefsinnige Frage aufgeworfen, was die mikroskopisch kleinen Tierchen während der Sintflut gemacht haben. Noah konnte sie doch nicht gut in seine Barke nehmen, da er sie ja nicht sah, weil er kein Mikroskop hatte. Der fromme Mann kam zu einem den religiösen wie auch den faktischen Möglichkeiten gerechtwerdenden Schluß: „Diese Würmchen brauchten nicht alle mit in die Arche Noahs gezogen zu sein, sondern konnten

teils hinterher wiederentstehen, teils im Wasser die Sintflut überleben.“ Damit war die Urzeugungsfrage in religiöser Hinsicht gleichsam neutralisiert. Dem 19. Jahrhundert war es vorbehalten, aus der Urzeugung eine Glaubenssache zu machen. Als *Pasteur* die Urzeugung widerlegte, gerieten gewisse Freidenker in Harnisch. Unter Führung des Rouener Anatomen und Physiologen *Pouchet* (1800 bis 1878) vertraten sie leidenschaftlich die Annahme, daß eine immerwährende Schöpfung in der Natur aus eherner philosophischer Notwendigkeit stattfinden müsse; der einmalige abgeschlossene biblische Schöpfungsakt sei ein religiöses Vorurteil. Hinter *Pasteur* stellten sich klerikale Kreise, die nun tatsächlich mit der Widerlegung der Urzeugungslehre die biblische Schöpfungsgeschichte wissenschaftlich stützen wollten. Der Streit nahm in Form von Meetings und Massenaktionen groteske Dimensionen an und kam erst nach dem Tode von *Pouchet* zum Stillstand.

L. Pasteur, der am Weltanschauungskampf nicht beteiligt war, hatte jedenfalls die Bedeutung der Urzeugungsfrage für die Krankheitsforschung klar erkannt. Er wußte, daß erst wenn der Gedanke durchdringt, Lebendes könne nur aus Lebendem, also auch die Krankheitsparasiten nur von ihresgleichen entstehen, die Wissenschaft in der Lage sein werde, den organismischen Krankheitsursachen und ihren Verbreitungswegen exakt nachzugehen. Daher befandete er auch den englischen Arzt *Henry Charlton Bastian*, der 1872 zu beweisen glaubte, Bakterien entstünden durch „Archibiose“ aus in Zersetzung befindlichen Flüssigkeiten. Im Juli 1877 schrieb ihm *Pasteur*: „Wissen Sie, warum ich so großen Wert darauf lege, Sie zu bekämpfen und Sie zu besiegen? Weil Sie eine medizinische Lehre vertreten, die für den Fortschritt der Heilkunde verderblich ist, die Lehre von der Selbsterzeugung der Krankheiten.“ Der Engländer blieb allerdings unbelehrbar. Obgleich inzwischen die feinsinnigsten Versuchsanordnungen die Annahme von der Urzeugung widerlegten, blieb *Bastian* zeitlebens bei seiner Ansicht und trat noch 1906 in einem Buch für seine Theorie der Archibiose ein.

Noch in einer anderen Hinsicht haben die Forschungen von *L. Pasteur* den Trennungsstrich zwischen dem Bereich des Belebten (Organismischen) und Unbelebten gezogen. Es geschah dies im Kampf mit dem großen deutschen Chemiker *Justus v. Liebig* (1803 - 1873), der seit 1839 Gärung und Fäulnis als rein chemische Aktionen (erst der toten, dann mit dem Jahre 1870 der lebenden) Hefezelle zu erklären suchte. Auch den Infektionskrankheiten lagen nach *Liebigs* Ansicht chemische (fermentative) Prozesse zugrunde. Die Bakterien hielt er für sekundär und ihr Auftauchen führte er darauf zurück, daß sie in der chemisch veränderten (Krankheits-) Substanz einen guten Nährboden fänden. Bestärkt wurde *Liebig* in seiner Auffassung durch seinen genialen Freund *F. Wöhler* (1800-1882), dem in der Harnstoffsynthese die erste Synthese eines organischen Stoffes gelungen war. *Pasteur* hat gegenüber *Liebig* dem Gedanken zum Siege verholfen, daß sowohl bei der Gärung und Fäulnis als auch bei den Infektionen komplexe mikrobiologische Geschehnisse am Werke sind, die wohl chemisch untersucht werden müssen, aber rein chemisch nicht erschöpfend erfaßt werden können. Während *Liebig* meinte, daß „Wir gar nicht mehr begreifen können, wie diesen Feinden - d. h. den verschiedenen pathogenen Pilzen - gegenüber die organische Welt noch fortbesteht“, hat *Pasteur* in den Mikroben wichtigste Arbeitskräfte im Haushalte der Natur erkannt: ohne sie würde die Oberfläche der Erde mit toter organischer Materie, mit Pflanzen- und Tierleichen bedeckt sein, ohne sie würde das Leben unmöglich sein, weil das Werk des Todes unvollständig wäre.

Die Wandelbarkeit der Bakterien

Neben der Urzeugungslehre mußte noch ein zweiter Fragenkomplex seine Abklärung finden, bevor die Bahn für die bakteriologischen Entdeckungen frei wurde. Gemeint ist das verwickelte „Spezifitätsproblem“. Neue Theorien pflegen stets extremistisch vertreten zu werden. Dies geschah auch in den Anfängen der Bakteriologie. Denn bald nach dem erwiesen war, daß es krankheitserregende Mikroorganismen (Bakterien) gibt, verwechselte man den Begriff bestimmter pathogener Bakterien mit dem von „den“ Bakterien überhaupt. Dem „Alles- oder Nichts-Prinzip“ unkritischen Denkens gemäß meinte man: entweder sind alle oder gar keine Bakterien pathogen. Die zweite Auffassung bezog den Schein ihrer Berechtigung aus dem Schicksal zahlreicher obskurer Funde, die schon mit dem dritten Jahrzehnt oft sehr geräuschvoll einsetzten und um die es meist bald sehr still wurde. Die kühn angenommenen Beziehungen zwischen zahlreichen Mikroorganismen und ebensovielen Krankheiten fanden keine Bestätigung. Wobei aber feststeht, daß diese Zeit vermeintlicher Entdeckungen an der Schwelle der bakteriologischen Ära auch ihr Gutes hatte. Unter anderm lenkte der ausgezeichnete französische Mikroskopiker *A. Donné* (1801 -1878) schon sehr früh das allgemeine Interesse auf das Vorkommen von Bakterien in den Se- und Exkreten, namentlich in den pathologischen Produkten. Indem aber die zahlreichen Fehlentdeckungen die medizinische Mikroparasitologie und insbesondere „die Bakterien“ kompromittierten, meinten viele, mit den

Bakterien wäre es gar nicht so schlimm und lehnten radikal die Auffassung ab, sie könnten Krankheiten erzeugen. Andererseits wirkten die Entdeckungen über die vielen mikroparasitär verursachten Krankheiten alarmierend und manche hielten nun „die“ Bakterien, d. h. alle, für pathogen, zumindest potentiell. Die am Anfang der bakteriologischen Aera aufgetretene und viel verspottete „Bazillenfurcht“ ist nur der populäre Ausdruck dessen, daß man in der Wissenschaft noch nicht ganz allgemein gelernt hatte, zwischen „den Bakterien“ und den besonderen krankheitserregenden Bakterien zu unterscheiden. Die Verallgemeinerung stand im Zusammenhang mit der Ansicht, daß die Bakterienarten weder ihrer Form noch ihren Eigenschaften nach beständig seien, sondern sich unter dem Einfluß jeweiliger Entwicklungsverhältnisse (chemische und physikalische Einflüsse in- und außerhalb des Körpers) verändern.



Die Frage der Kontagiosität der Krankheiten bewegte seinerzeit alle Gemüter. Die Abbildung zeigt nach einem farbigen Kupferstich um 1895, der die Vorsichtsmaßnahmen gegen die Cholera verspottet, zwei über die Kontagiosität der Cholera streitende Ärzte. Die Feuerspritze ist hier eine vergrößerte Klistierspritze, der Passant links ist zum Schutz eingemummt, trägt Mundmaske und bewegt schützende Pflanzenwedel.

Die Frage nach der Kontagiosität der Krankheiten bewegte seinerzeit die Gemüter. Die Abbildung zeigt nach einem farbigen Kupferstich um 1895, der die Vorsichtsmaßnahmen gegen Cholera verspottet, zwei über die Kontagiosität der Cholera streitende Ärzte. Die Feuerspritze ist hier eine vergrößerte Klistierspritze, der Passant links ist zum Schutz eingemummt, trägt Mundmaske und bewegt schützende Pflanzenwedel.

Für den Polymorphismus, d. h. Veränderlichkeit der Bakterien, schienen schon gewisse Beobachtungen des Franzosen *Tulasne* vom Jahre 1851 zu sprechen, und in Deutschland wurde dann die Lehre in den 60er⁴ Jahren von *E. Hallier* mit großer Entschiedenheit vertreten. Er versuchte an Hand eines (mit mehr Rührigkeit als Glück und Kritik zusammengetragenen) großen Materials nachzuweisen, daß bei den Tier- und Menschenpocken, bei Abdominal- und Flecktyphus, bei Masern, bei der Cholera, Diphtherie, Lungenseuche der Rinder, Syphilis, Gonorrhoe, bei Seidenraupenkrankheiten usw. allein der „Mikrokokkus“ die eigentlichen Kontagien aber auch Miasmen bilde. Die bei den Krankheiten vorfindbaren Bakterien wären trotz ihrer Vielgestaltigkeit nur aus dem Mikrokokkus hervorgegangen. *Hallier* glaubte sogar die verschiedenen Bakterienformen aus dem „Mikrokokkus“ herauszüchten zu können. Die eindrucksvoll vorgetragene Anschauung fand zahlreiche Anhänger. Unter ihnen war auch der große Chirurg *Theodor Billroth* (1829 - 1894). Er sagte später, zu Beginn seiner bakteriologischen Arbeiten, im Frühjahr 1868, hätten die Gedanken von *Hallier* fermentierend in seinem Kopfe gewirkt“. Demgemäß verneinte auch *Billroth* die Spezifität der pathogenen Mikroorganismen und beschrieb 1874 in der ganz absonderlich wandlungsfähig geschilderten *Coccobacteria septica* seligen Angedenkens die Ursache der Wundinfektionen. Fast gleichzeitig hatte *Arnold Hiller*, ebenfalls von den Wundeiterungen bzw. von den Organismen putriden Stoffe ausgehend, erklärt, „daß die Bakterien an und für sich das giftige Prinzip in faulenden Substanzen nicht sein können“. Er war sich mit *Billroth* darüber einig, daß im lebenden gesunden Körper die Bakterien nicht entwicklungsfähig seien, wogegen die überall, auch im Blute vorhandenen Bakterienkeime an erkrankten Stellen unter den dort obwaltenden besonderen Verhältnissen zur Entwicklung gelangten. Damit war der Gedanke von der allgemeinen Unschädlichkeit „der“ Bakterien mit dem von ihrer Allverderblichkeit glücklich verbunden.

Am strengsten und mit vollem Erfolg trat der Lehre vom Polymorphismus *Ferdinand Cohn* entgegen. Die Entdeckung der Dauersporen bei der Gattung *Bacillus* gab seinem System von den festen Bakterienarten eine weitere Stütze, und er machte die Konstanz der Arten zur Grundvoraussetzung der wissenschaftlichen

⁴ des 19. Jahrhunderts

Erkenntnis der Bakterien. Er betonte, daß es „ganz verschiedene Gattungen dieser Organismen gibt, welche immer nur aus Keimen gleicher Art hervorgehen und durch verschiedene Entwicklung, verschiedene biologische Bedingungen und Fermenttätigkeiten sich scharf und konstant unterscheiden“. Er betonte auch, daß die Gattung seines Systems - Micrococcus, Bacterium, Bacillus, Vibrio, Spirillum und Spirochaete - als natürliche und endgültige Einheiten anzusehen sind, während die von ihm aufgestellten Arten dieser Gattungen mehr provisorisch zu betrachten seien. Der große Breslauer Forscher hat damit die systematische und methodische Sicherheit der bakteriologischen Forschung gegeben, das von ihm errichtete systematische Fundament besteht noch heute im wesentlichen. Ein Schüler von *Cohn*, der um die bakteriologische Methodik überaus verdienstvolle *Carl Weigert*, u. a. der Inaugurator der Bakterienfärbung durch Anilinfarbstoffe (1876), hat 1877 in einem den Polymorphismus-Streit sachlich abschließenden Aufsatz auf die kurz vorher durch *R. Koch* erfolgte Sicherstellung des Milzbrandbazillus und auf die Entdeckung der Rekurrensspirillen durch *Otto Obermeier* (1843 -1873) hinweisen und erklären können, man müsse endlich aufhören von „den“ Bakterien zu reden. In medizinischem Betracht gäbe es nur bestimmte Bakterien als Erreger bestimmter Krankheiten. Ein Jahr später hat *Koch* mit der Auffassung von *C. v. Nägeli* abgerechnet, der annahm, die Spaltpilze gingen als Fäulnis-, Miasmen- und Kontagienpilze beliebig ineinander über. In Frankreich hatte *Pasteur*, dessen Forschungen seit 1857 die Spezifität der Erreger der verschiedenen Gärungen, der Fäulnis, der Krankheiten der Weine usw. bewiesen haben, die Anschauungen der Polymorphisten als für die Erklärung und Bekämpfung der Infektionskrankheiten verderblich bekämpft und widerlegt.

Spezifische Erreger und Krankheits-Einheiten

Die Hauptaufgabe der Bakteriologie war nunmehr endgültig gekennzeichnet: Auffindung der spezifischen Erreger bestimmter Krankheiten. Damit berühren wir die letzte Vorbedingung bakteriologischer Forschung, nämlich das Vorhandensein von „Krankheitseinheiten“. Denn solange etwa die epidemische Pest, die bunte Mannigfaltigkeit typhöser Fieber, die akuten Exantheme (wie Blattern, Scharlach, Masern) keine einzelnen Individualitäten, sondern einen Wust bildeten, war die Suche nach spezifischen Krankheitsursachen unmöglich. Erst als die scharfen symptomatologischen Charakteristiken der Krankheiten, wie sie der Engländer *Thomas Sydenham* (1624 -1689) übte, wieder aufgenommen wurden, die großen französischen Kliniker der Revolutionszeit den Krankheitsdifferenzierungen die Wege wiesen und die pathologisch-anatomische Richtung aus Frankreich über Wien auch in Deutschland Fuß faßte, konnte die Forderung erhoben werden, nach einer scharfen Sonderung der „Krankheitsspezies“ (*Schoenlein*) auf Grund des Erscheinungs-, Entwicklungs- und anatomischen Typus des Krankheitsprozesses. Nachdem die Syphilis, Pest, der Abdominaltyphus und mehrere andere Krankheiten als „spezifisch kontagiös“ erkannt worden waren, konnten sie unter der von *Virchow* 1854 eingeführten Bezeichnung „Infektionskrankheiten“ zu einer besonderen Gruppe zusammengefaßt werden. Dergestalt fand dann in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts die bakteriologische Forschung für ihre Bemühungen um die spezifischen Krankheitserreger in den klinischen Krankheitseinheiten Voraussetzung und Stütze. Noch war freilich die klinische Systematik keineswegs einwandfrei. Der hervorragende Kliniker *Edwin Klebs* rechnete noch um 1880 zu den „Typhen“ den abdominalen Typhus, das biliöse Typhoid, die Perniziosa, die akute Leberatrophie, die epidemische Cerebrospinal-Meningitis, das Cholera-typhoid usw. Die exakte Differenzierung der Infektionskrankheiten wurde erst durch die bakteriologische Forschung vollzogen. Dies getan, und so die klinische wie die pathologisch anatomische Diagnostik mit neuen Verfahren bereichert zu haben, gehört ja zu den Hauptverdiensten der bakteriologischen Forschung.

Die technischen Voraussetzungen

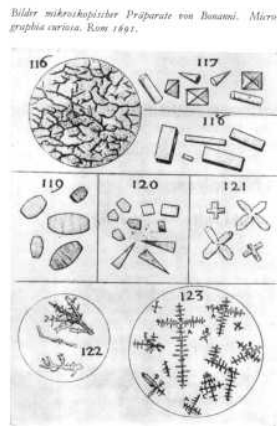
Mit den 70er und 80er Jahren⁵, nach der Ueberwindung aller grundsätzlichen Schwierigkeiten, konnten sich die technischen Errungenschaften voll entfalten. Nicht nur die Verbesserungen des Mikroskops und seiner Hilfsgeräte (Beleuchtung, Messung usw.) führten zu immer neuen Entdeckungen. Die Bakteriologie hatte auch ihre eigenen Methoden gefunden. Noch die ersten epochemachenden Entdeckungen von *Louis Pasteur* wurden mit Experimenten durchgeführt, deren apparative Mittel er in der Hauptsache der Chemie entlieh. Erst später erarbeitete er mit seinen Schülern die Nährflüssigkeiten, die Impf- und Filtrierverfahren (Porzellankerze von *Ch. E. Chamberland*). In der Schweiz haben schon früher (1871) *E. Tiegel* und dann *F. W. Zahn* Bakterienfiltrationen mittels Tonzylinder unternommen. *Klebs* führte 1873 den heizbaren Objektisch zur Beobachtung von bakterienhaltigen Flüssigkeiten bei Körpertemperatur ein. Wiederholt

⁵ des 19. Jahrhunderts

wurde die Bakteriologie auch durch die Nachbarwissenschaften bereichert; erwähnt sei nur die Einführung des Mikrotoms, bzw. Schlittenmikrotoms und der Serienschnitte durch die Anatomen *H. Weicker* und *B. Stilling*. Und dann kamen die Methoden von *Robert Koch*: Einführung und Ausbau des Tierversuchs, der Technik des Färbens, Konservierens, Photographierens und des Züchtens von Bakterien (Plattenkulturverfahren, erstarrungsfähige und durchsichtige Nährböden für Reinkulturen).



Spottbild über die Cholerafurcht. Um 1835. Die damals üblichen Schutz- und heilmittel von Flanellbinden bis zum Laudanum sind vor den Mundöffnungen des Verängstigten und auf dem Drachen vermerkt.



Bilder mikroskopischer Präparate von Bonanni. *Micrographia curiosa*. Rom 1691.



Acta eruditorum 1686.
Links: Mikroskop zum Gebrauch in Aufsicht. Rechts: Anwendung des Mikroskops zur Besichtigung einer Narbe, die durch eine Brennlinse beleuchtet wird.

Die Zeit der Entdeckungen

Der Aufschwung der Bakteriologie ist mit der Sicherstellung des Milzbranderreger durch *Koch* im Jahre 1876 zu datieren. Nachdem schon früher, 1849, *A. Pollender* (1900 - 1879) im Blute an Milzbrand verendeter Tiere Stäbchen gefunden hatte, konnte *C. Davaine* mit den von ihm 1852 entdeckten - 1885 auch von *F. Brauell* (1807-1882) gesehenen -Stäbchen bzw. frischen und getrockneten stäbchenhaltigen Milzbrandblut bei Tieren die Krankheit erzeugen. Allein, *Davaine* war nicht in der Lage, zu erklären, warum eine Milzbrandinfektion auch ohne das Vorhandensein von Stäbchen möglich sei. *Koch* hat durch klassische Untersuchungen die besonders resistenten Sporen des *Bacillus anthracis* nachgewiesen, den Bazillus außerhalb des Tierkörpers gezüchtet und seine Entwicklungsgeschichte mit bewundernswerter Präzision dargestellt. Bald danach veröffentlichte *Pasteur* seine Milzbrandstudien. Die zweite Hauptarbeit Kochs über die Aetiologie der Wundkrankheiten folgte schon 1878. Bei dieser hat er zum ersten Male den Abbe'schen Kondensator und die Oelimmersion angewendet. In rascher Folge wurden nun die Erreger der verschiedensten Krankheiten aufgefunden. Systematisch wurden erkrankte Organe, Körperflüssigkeiten und Ausscheidungen bei infektiösen Krankheiten mikroskopisch durchforscht. Man bemühte sich, die aufgefundenen Mikroorganismen zu isolieren und durch sie im Tierversuch den Krankheitsprozeß zu erzeugen und dadurch ihre Spezifität zu erweisen. Im Laufe der Jahre lernte man die verschiedenen großen Gruppen der Krankheitserreger kennen, nicht nur in systematischer, auch in biologischer Hinsicht.

Bei der Untersuchung des Stoffwechsels von Bakterien wurde die Bedeutung der Unterscheidung von aeroben und anaeroben Bakterien bestätigt. Daß es anaerobe, d. h. ohne freien Sauerstoff lebende Bakterien gibt, hatte schon *Pasteur* 1861 festgestellt und 1889 wurden die Züchtungsmethoden der Anaerobier von *Shibasaburo Kitasato* (1856-1931) angegeben. Die anaeroben Bakterien (*Tetanuserreger*, *Bacillus des malignen Oedems*, *Bacillus botulinus*, *Gasbrandbazillen* usw.) haben infolge ihrer toxischen Wirksamkeit die Forschung stark beschäftigt.

Von größter Tragweite war die Erkenntnis pathogener Protozoen. In den Anfängen der Bakteriologie hielt man die Erreger für pflanzliche Wesen. *Bacterium* bedeutet einfach Sproßpilz. Auch die Spirochäten wurden gemeinsam mit den Spirillen den Bakterien zugerechnet. Dies tat bereits *Ehrenberg*, der 1838 die im Wasser lebende *Spirochaete plicatilis* beschrieb und später auch saprophytische Mundspirochäten entdeckte. Der erste Spirochätenfund pathogenetischer Natur gelang *Obermeier* beim Rückfallfieber. Fast 40 Jahre lang war dies der einzige sichergestellte Krankheitserreger aus der Gattung Spirochäte, bis dann 1905 *F. Schaudinn* (1871 bis 1906) die *Spirochaeta pallida* und bald danach *Aldo Castellani* bei der

Frambösie, dieser „Schwesterkrankheit“ der Syphilis, die *Spirochaete pertenuis* nachwies. Heute bilden die Spirochäten eine ansehnliche Krankheitsgruppe. Die Mehrzahl der Forscher zählt jetzt die Spirochäten zu den Protozoen, andere halten sie noch immer für Bakterien und einer dritten Meinung zufolge stellen sie eine besondere Klasse von Mikroorganismen zwischen Bakterien und Protozoen dar⁶. Unzweifelhaft Protozoen unter den Mikroben sind u. a. der Malariaerreger und die Trypanosomen. Die pathogenen Protozoen spielen besonders in den Tropen als Erreger verheerender Seuchen bei Mensch und Tier eine außerordentliche Rolle. Gerade bei den Forschungen über die großen Tropenkrankheiten wurde die exogene Entwicklung pathogener Protozoen im Zwischenwirt beobachtet und die ungeheure epidemiologische Bedeutung der Insekten als Krankheitsüberträger erkannt. Hier machen nun tatsächlich die Erreger einen „Reifungsprozess“ außerhalb des Körpers durch, wie er von älteren Epidemiologen in eher plumpen, in der Seuchenlehre des großen Hygienikers *Max Pettenkofer* (1818 - 1901) in feinsinniger und dennoch verfehlter Weise angenommen wurde. Wenn man will, kann man seit den Kenntnissen über die krankheitsvermittelnden Insekten auch die Verirrungen der Miasmatischer in milderem historischen Lichte sehen. Tatsächlich sind ja weder Malaria oder Schlafkrankheit, noch das gelbe Fieber „kontagiös“. Die Krankheit kommt aus der Luft - sie wird von Mücken bzw. Fliegen verbreitet.

Eine ganz neue Gruppe von Infektionsbewirkern wurde 1898 durch *F. Löffler* (1852 - 1915) und *Frosch* entdeckt bei den Forschungen zur Maul- und Klauenseuche: die filtrierbaren Virusarten. Sie sind weder durch die verfeinertsten Kulturverfahren züchtbar, noch durch die neuesten Methoden der Beobachtung (Dunkelfeld bzw. Ultramikroskop, Sehen und Photographieren bei Beleuchtung mit ultraviolettem Licht)⁷ sichtbar zu machen. Bis jetzt sind mehrere Dutzend Krankheiten von Menschen, Tieren und Pflanzen bekannt, die auf solche unsichtbare und unzüchtbare Gebilde zurückgeführt werden. Während die Mehrzahl der Forscher sie einfach für die kleinsten Mikroorganismen hält, wird in neuester Zeit insbesondere von *R. Doerr* die Ansicht vertreten, es handle sich hier, d. h. bei einer Reihe subvisibler Vira, nicht um Organismen, sondern um Fermente, die nicht wie die Lebewesen sich vermehren, sondern im Kontakt mit dem infizierten Organismus reproduziert werden. Sollte dem so sein, dann wäre mit dem Wiederaufleben der älteren Vorstellungen von der „enzymatischen“ Infektion im modernen Gewande zu rechnen und auch die Behauptung von *H. Virchow*, mit der er noch 1895 der bakteriologischen Denkweise glaubte opponieren zu müssen, gerechtfertigt: „Noch ist es freilich nicht gelungen, für alle ansteckenden Krankheiten pathogenetische Mikroorganismen aufzufinden; ja es ist naturwissenschaftlich noch nicht festgestellt, ob es nicht auch eine Ansteckung ohne Bakterien gibt.“

Robert Koch im Arbeitszelt des Schlafkrankenlagers in Bukoba am Viktoriasee mit dem während der Expedition verstorbenen Stabsarzt Panse. Schlafkrankheitsexpedition 1906/07. Ostafrika.



Robert Koch im Arbeitszelt des Schlafkrankenlagers in Bukoba am Viktoriasee mit dem während der Expedition verstorbenen Stabsarzt Panse. Schlafkrankheitsexpedition 1906/07 - Ostafrika

⁶ (2003) Jetzt unter *Treponema* eingeordnet. Gattung der Ordnung Spirochaetales (Familie Spirochaetaceae); streng anaerob, eng schraubenförmig gewunden, beweglich; gramneg., nur nach GIEMSA oder durch Silberimprägnierung (nach Beizen) färbbar, nativ im Dunkelfeld sichtbar; z.T. auf Spezialnährböden züchtbar. Vorkommen auf Schleimhäuten einschl. Darmtrakt; einige Arten human- u. tierpathogen. (Roche Lexikon Medizin (4. Aufl.)

⁷ Viren sind heute durchaus mit dem Elektronenmikroskop darstellbar.

Generatio spontanea und Zensur

Der berühmte Wiener Arzt und Naturforscher *Johann Gottfried Bremier* schreibt am 18. März 1815 an den großen Anatomen Thomas *Soemmerring*: „Er (der von Amtswegen mein Censor sein wird) brachte mir die Abhandlung (über die menschlichen Eingeweidewürmer) zurück, und nach vorläufigen übertriebenen Lobeserhebungen und Beifallsbezeugungen erklärte er mir, daß wenn sie zu ihm zur Censur käme, er sie nicht dürfte passiren lassen. Notandum. Ich verteidige die Generatio spontanea (Selbstzeugung) und hole deshalb etwas weit aus. Darin hat er Pantheismus gerochen. Sapienti sat! Ich habe mich nun geneigt gesehen, zu einem Stratagem meine Zuflucht zu nehmen und unter einem andern Titel die streitigen Punkte für das Forum eines andern Censors zu bringen, indem ich dabei alles, was etwa unbiblisch scheinen möchte, durch Noten wieder biblisch zu machen suche. Wundern Sie sich daher nicht, wenn Sie etwa dereinst zwischenText und Noten Widersprüche finden.“ (Soemmerring, Vom Baue des menschlichen Körpers, Neue Ausgabe, Leipzig 1844, Bd. I S. 344.) Doz. Dr. L. Fischer.

Lepra durch verdorbene Fische

Der berühmte englische Arzt Jonathan Hutchinson (1828-1913) war manchmal von einer vorgefaßten Meinung nicht abzubringen; so bereiste er die ganze Welt um nachzuweisen, daß die Lepra nicht ansteckend sei, sondern durch den Genuß verdorbener Fische entstehe; ebenso hat er bis zu seinem Lebensende die Identität der Framboesia und der Syphilis behauptet, wie er auch lehrte, daß jeder Syphilitiker, der 6 Monate lang Quecksilber in kleinsten Dosen genommen habe, 2 Jahre nach der Infektion ungestraft heiraten könne, Anschauungen, die sich nicht bewahrheitet haben. Dr. z. B.

Felix Platter über den Ursprung der Pest

1602 vertrat *Felix Platter* die These: Contagium pestis ab origine mundi! Danach sei das Gift der Syphilis oder Pest gewissen Individuen schon bei der Entstehung der Welt einverleibt worden und erhalte sich durch Ansteckung von Mensch zu Mensch über die Jahrtausende.

Durchmesser der kleinsten Lebewesen

Der Pariser Chemiker A. Dumas vertrat um 1830 die Ansicht, daß die Elementarteilchen aller organischen Substanzen höchstens einen Durchmesser von 0.03 mm haben können. Da sie überdies eine ganz einfache Zusammensetzung hätten, wäre es bei dem (damaligen) „hohen Stand“ der Chemie möglich, sie auf synthetischem Wege, d. h. durch die Mischung bekannter Substanzen zu erzeugen. Nach der neuesten Berechnung von *H. Bechthold* und *L. Villa* (1926) ist der Durchmesser der kleinsten Lebewesen zwar 13 – 32 $\mu\mu$ (Millionstel Millimeter), aber von der Möglichkeit ihrer künstlichen Erzeugung sind wir noch ebenso weit entfernt wie Dumas. Dr. P.

Panspermie

Anaxagoras hat schon im Altertum den Gedanken der „Panspermie“ vertreten. Er nahm an, daß „ätherische“ Keime mit dem Regenwasser aus den höheren Sphären zur Erde gelangen. *Athanasius Kircher* meinte im 17. Jahrhundert auf Grund biblischer Ueberlegungen, daß die Lebenskeime in der Welt allgegenwärtig wären. Betrachtungen zum kosmischen Ursprung des Lebens haben im vergangenen Jahrhundert u. a. *H. Helmbolz*, der englische Physiker *W. Thomson* (Lord Kelvin) und der Basler Physiologe *G. Bunge* angestellt. Ob noch lebensfähige Keime mit Meteoriten zur Erde gelangen können, diskutierte bereits *A. Humboldt* im „Kosmos“ (1845). Der schwedische Physiker *Svante Arrhenius* hat im Jahre 1908 dem Panspermie-Gedanken die neueste Wendung gegeben, indem er die Theorie aufstellte, das Leben wäre in Form kleinster Keime aus dem Weltall durch den Strahlungsdruck befördert zu uns gekommen. Dr. P.

Kohlenstaub zur Mumifizierung

Die Forschungen über die Natur von Gärung und Fäulnis haben in den 70er Jahren den Gedanken einer neuen Art von Leichenbestattung bzw. Mumifizierung aufkommen lassen. Der Kopenhagener Arzt und Forscher *P. L. Panum (1820-1885)*, dessen Beobachtungen über die Masern auf den Faröer Inseln grundlegend für die Immunitätslehre geworden sind und der auch wichtige Forschungen über das Fäulnisgift machte, schlug vor, die Leichen mit Kohlenstaub bedeckt einzusargen. Die Zersetzung würde dann nur bis zu einem gewissen Grad eintreten, da keine neuen Fäulniserreger durch den dichten Kohlenstaub hineingelangen könnten. Diese Begräbnisart wurde eine Zeitlang in Dänemark und Schweden angewandt, setzte sich aber nicht weiter durch. Dr. P.

David Gruby (1810-1898)

dessen Entdeckungen für die Mikroparasitologie und Dermatologie von grundlegender Bedeutung sind, ging mitten heraus aus seiner erfolgreichen wissenschaftlichen Tätigkeit plötzlich zur praktischen Tätigkeit über und war dann ein Halbjahrhundert einer der meist beschäftigten Aerzte von Paris. Zu den Patienten von *Gruby* gehörten Persönlichkeiten des politischen, diplomatischen und Finanzlebens, Er war aber auch der Arzt einer Reihe hervorragender Künstler und Schriftsteller (*Chopin, Georges Sand, Lamartine, Daudel usw.*). Daß er gerade bei diesen nur dank eines tiefen psychologischen Verständnisses auf die Dauer Erfolg und Beliebtheit erzielen konnte, ist naheliegend. Dr. P.