

Die Vorstellungen von Ansteckung und Abwehr : zur Geschichte der Immunitätslehre bis zur Zeit von Louis Pasteur

Autor(en): **Stettler, Antoinette**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Gesnerus : Swiss Journal of the history of medicine and sciences**

Band (Jahr): **29 (1972)**

Heft 3-4

PDF erstellt am: **17.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-521001>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Die Vorstellungen von Ansteckung und Abwehr

Zur Geschichte der Immunitätslehre bis zur Zeit von Louis Pasteur

Von Antoinette Stettler

Die Vorstellung vom Contagium

Eine der ältesten Erklärungen für die Entstehung der Krankheiten ist die Vorstellung von der Berührung des Menschen durch einen Gott. Schon für die *babylonische Zeit* nachweisbar, lebt die Idee bei HOMER etwas profaniert weiter, indem Phoebos Apollon krankmachende Pfeile verschießt. In der heutigen Zeit klingt sie in dem Namen «Morbus sacer» für Epilepsie nach.

Doch schon der Verfasser der *hippokratischen Schrift* «Von der heiligen Krankheit» fand die Idee der göttlichen Berührung als Krankheitsursache geradezu eine Gotteslästerung, die bestenfalls eines ärztlichen Scharlatans würdig sei. Die Krankheitsursachen seien, vor allem bei Epidemien, viel eher in den Umweltseinflüssen zu suchen.

Dadurch wurde die Vorstellungsrichtung gewissermaßen säkularisiert, indem sie von mythologischen Überlegungen weg in das Gebiet der körperlichen Dinge und der sichtbaren Umwelt gelenkt wurde. Krankheits-erregend sei nicht eine übersinnliche Berührung, sondern eine solche auf körperlicher Ebene. Der Römer VARRO (gestorben 116 v. Chr.) hielt sogar nicht nur die Berührung als solche für die Krankheitsursache, sondern die Berührung mit in der Luft lebenden kleinsten Tierchen, die durch die Nase in den Körper eindringen. Im Gegensatz zu Tierchen sprachen LUCRETIVS (98–55 v. Chr.) und PLUTARCH (um 50–125 n. Chr.) von Krankheits«samen» (sperma nosoon).

Das Wort «contagium» zur Benennung dieses Sachverhaltes wurde seit der römischen Kaiserzeit gelegentlich gebraucht. Es stellte, wie übrigens auch der Begriff «miasma» (Verunreinigung), eine Art Chiffer zur Bestimmung sowohl des pathogenen Agens – sei es nun als Tierchen, Samen oder einfach als Berührung gedacht – wie auch für den Übertragungsweg dar. Die begriffliche Trennung des pathogenen Agens vom Übertragungsweg erfolgte erst später.

Es mag erstaunen, daß schon in römischer Zeit an ein belebtes pathogenes Agens, an ein «contagium animatum», wie es später hieß, gedacht

wurde. Doch war es offenbar evident, daß die Epidemien etwas mit der Berührung zu tun hatten. Eine auf die «Problemata» des ARISTOTELES zurückgehende salernische Liste zeigt, daß die Beulenpest, die Phthuse, die Epilepsie, die Scabies, der Ignis sacer, der Anthrax, das Trachom und die Lepra arabum als «kontagiös» galten¹.

Die Idee von der Ansteckung durch Berührung mit einem irgendwie belebten Agens war auch den arabischen Ärzten bekannt. Doch erst im 16. Jahrhundert spezifizierte dann GIROLAMO FRACASTORO (1484–1553) das pathogene Agens. In seiner Schrift *De contagione* ... nannte er es «seminarium contagionis» und nahm damit die weniger kühne antike Vorstellung vom samenartigen Krankheitsstoff in seine Theorie auf. Er hielt seine «seminaria» für eine Art schleimig/visköses Gift, das aber im Gegensatz zum landläufigen Gift irgendwie die Fäulnis erzeugt und sich selbst vermehrt. Zu diesen Überlegungen scheint er durch die Beobachtung der Weingärung und Fruchtfäulnis gekommen zu sein.

«Utrum contagio omnis putrefactio quaedam sit ... Videtur autem putrefactio omnis contagiosa, aut simpliter aut saltem ad continuam partem.»²

Sogar auf den ersten Blick so verschiedenartige Vorgänge wie die Essiggärung und die Erkrankung an Tollwut sah Fracastoro unter dem gemeinsamen Aspekt der Fäulnis. Auch bei der begrifflichen Abgrenzung des «seminarium» vom Übertragungsweg hat Fracastoro klärend gewirkt, indem er für den letzteren den direkten Kontakt von Mensch zu Mensch, den Kontakt durch angesteckte Gegenstände und den Kontakt auf Distanz ohne sichtbaren Überträger postulierte. Damit stellte er sich in Gegensatz zu den Vorstellungen vom «miasma», die sich parallel zu denjenigen vom «contagium» entwickelten. Das Miasma galt allgemein als Ursache der Epidemiefieber mit indirektem Übertragungsweg – wie wir heute sagen – und war eine meist materialhaft gedachte Schädlichkeit in der Umwelt, vor allem in der Luft. Man hielt es für etwas grundsätzlich anderes als das Contagium. Fracastoro betonte dem gegenüber, daß bei der Übertragung auf Distanz kein dunkler Vorgang im Spiele sei, denn im Prinzip seien die einzelnen «seminaria» dasselbe, ob so oder anders übertragen. Leider

¹ *Flos medicinae*, pars VII, cap.5, Coll. salernitana, ed.S.de Renzi, Neapel 1852–1859, Band I, S.495.

² HIERONYMUS FRACASTORIUS, *De contagione*, lib.I, cap.9, ed.lat./engl. W.C.Wright, New York/London 1930, S.40.

konnte er mit den ihm zur Verfügung stehenden Mitteln seine Theorie nicht beweisen und die für Epidemiefieber mit indirektem Übertragungsweg geltende Miasmalehre entkräften.

In Anbetracht der Vorstellungen über das «contagium animatum» erscheint es folgerichtig, daß man bald nach der Erfindung des Mikroskopes danach fahndete. Als erster sah bekanntlich ANTONJ LEEUWENHOEK (1632–1723) die verhältnismäßig großen Spirillen und Bazillen. Etwa gleichzeitig teilte ATHANASIUS KIRCHER (1602–1688) mit, daß er mit Hilfe des Mikroskopes im Blute Pestkranker Würmer gesehen habe. Angesichts des Auflösungsvermögens der damaligen Mikroskope scheint sein «heureka!» allerdings etwas verfrüht. Denn der Nachweis der Pathogenität zahlreicher Mikroorganismen erfolgte ja erst im 19. Jahrhundert dank verfeinerter Methoden wie z. B. Nährbodenzüchtung und Färbung der Bakterien sowie verbesserter Theorien. Besonders JAKOB HENLE (1809–1885) ist es zu verdanken, daß sich die begriffliche Unklarheit über das pathogene Agens einerseits, und über den Übertragungsweg andererseits, der schon Fracastoro zu steuern versuchte, allmählich zu verschwinden begann. Henle ging nicht soweit wie Fracastoro, der auch bei verschiedenem Übertragungsweg prinzipiell gleichartige «seminaria» annahm. Seine Leistung lag vielmehr im offenen Eingeständnis eines Nichtwissens. «Miasma» sei ein ziemlich leerer Begriff, ein bloßer Name für Krankheitsursachen mit nichtnachgewiesenem Contagium³. RUDOLF VIRCHOW schaffte sodann etwas später die beiden so sehr belasteten Begriffe des «contagium» und «miasma» ab. An ihre Stelle setzte er den vorerst noch unspezifischen Terminus «Infektion», der nun mit konkreten Aussagen gefüllt werden konnte. Nachdem den sogenannten «Miasmatikern» auf diese Weise der Boden entzogen war, gelang es LOUIS PASTEUR, ROBERT KOCH und den zahlreichen anderen Bakteriologen auch gegenüber den Vertretern der Liebigschen Richtung der medizinischen Chemie ihre Thesen zu behaupten. Diese sahen die Infektion eher als einen organisch-chemischen, aber eben unbelebten Fermentationsprozeß, wogegen die Leistung der Bakteriologen gerade darin lag, zu bestimmen und nachzuweisen, daß «Infektion» Bakterienbefall zu bedeuten habe. Wie schon Fracastoro gewannen übrigens auch sie ihre Ansichten anhand von Versuchen über die Weingärung, Fäulnis und vor allem auch Wundfäulnis.

³ JAKOB HENLE, *Pathologische Untersuchungen*, Berlin 1840, 1. Kap., S. 3 ff.

Die Vorstellung vom Gift

Zweifel über die begriffliche Richtigkeit der Grundlagen der Bakteriologie bestehen heute nicht mehr; nur in der Sphäre bestimmter Krankheiten sind noch Fragen offen. Um aber zu diesen Grundlagen zu gelangen, war noch ein anderer, vielleicht sogar wichtigerer begrifflicher Faktor notwendig. Denn wie wir gesehen haben, hat Fracastoro sich auch mit der Eingliederung des Giftbegriffes in seine Lehre befaßt, wobei er sich freilich auf viele, seit alters her höchst konkrete Vorstellungen vom Gift stützen konnte.

In der Tat ist wohl die älteste Vorstellung vom Gift als krankmachendem oder tödlichem *Stoff* ebenso alt wie diejenige von der Berührung. Schon die *indogermanische* Sprache kannte ein dem lateinischen «virus» lautverwandtes Wort mit der Bedeutung schleimig/giftige Flüssigkeit, mitunter auch Geifer. Das griechische «pharmakon» und das lateinische «venenum» (auch Liebestrank) waren zunächst ambivalent, wogegen das griechische «toxikon», eigentlich Pfeilgift, ausschließlich im schädlichen Sinne gebraucht wurde. Das Latein der Renaissance, somit Fracastoro, verwendete «virus» und «venenum» synonym und nur noch im schädlichen Sinne.

Bekannt waren im Altertum die allermeisten uns heute bekannten pflanzlichen Gifte. Das berühmteste Beispiel ist wohl der Schierlingstrank, mit dem SOKRATES hingerichtet wurde. König MITHRIDATES VI. von Pontus wurde durch das «Mithridaticum» bekannt, das er gegen die Ränke seiner giftmischenden Mutter erfunden hatte. Das Mithridaticum war das bis weit in die neue Zeit klassische Gegengift. Als giftig galten ferner Schlangen- und Skorpionbisse, sicher seit CELSUS auch der Biß eines tollen Hundes⁴. In der Arzneimittellehre bemühten sich die antiken Ärzte zudem um die Abgrenzung des Pharmakons vom Gift, Bemühungen, die weitergeführt dann in der Renaissance zur Erkenntnis führten, daß allein die Dosis das «Gift» ausmacht.

Wie wir gesehen haben, grenzte Fracastoro sehr klar das «venenum/virus», d. h. die Nur-Substanz, vom «seminarium contagionis» begrifflich ab, indem er letzterem wohl Gifteigenschaften, zusätzlich aber noch Fäulniserzeugung und Vermehrbarkeit zuschrieb. Weniger scharf kommt eine ähnliche Unterscheidung auch bei PARACELSUS (1493–1541) als «ens veneni» bei den ansteckenden Krankheiten wieder vor⁵. Unter diesem Konzept

⁴ CELSUS, *De medicina*, lib. V, cap. 27, ed. lat./engl. W. G. Spencer, Cambridge (Mass.)/London 1938, S. 110–125.

⁵ PARACELSUS, *Von den fünf Entien*, ed. K. Sudhoff, Band I, S. 163–240, München/Berlin 1929.

ist im Zusammenhang mit seiner Lehre wohl nicht so sehr eine Giftqualität im Sinne Fracastoros als viel eher eine Art hypostasiertes Giftwesen zu verstehen, eine Vorstellung, die dann allerdings der Magie angehören würde.

Trotzdem hat man seit dem 16. Jahrhundert irgendwie geahnt, daß bei den Epidemiefiebern beide zusammen, das Gift und das «contagium animatum», die Ursache bildeten. Daher konnte z. B. FELIX PLATTER (1536 bis 1614) von einem «venenum inflammans» und von einem «venenum pestilens» sprechen⁶. Im 17. Jahrhundert injizierte ROBERT BOYLE, im 18. Jahrhundert ALBRECHT VON HALLER im Tierversuch chemische Giftstoffe und erzeugte Fieber⁷, Versuche, die BERNARD GASPARD am Anfang des 19. Jahrhunderts mit giftigen Faulstoffen wiederholte⁸. Eine weitere Klärung der Verhältnisse gelang um 1888, als EMILE ROUX und ALEXANDER YERSIN den Nachweis erbrachten, daß der Löfflersche Diphtheriebazillus tatsächlich ein Gift absondert, das sich begrifflich nicht von den anderen Giften unterscheidet, wenn man das Gift, wie seit der Renaissance üblich, als eine von der Dosis abhängige Noxe betrachtet.

Empirisch beobachtete Immunitätsphänomene

Wenn wir bis dahin verfolgt haben, wie sich die beiden Begriffe der Berührung und des Giftes zu dem des Bakterientoxins verdichtet haben, so soll nun skizziert werden, welches die Vorstellungen über die Vorgänge waren, die sich nach dem Erkranken im Inneren des Körpers abspielen. Insbesondere: Wie weit läßt sich der uns heute geläufige Begriff der Antigen-Antikörper-Reaktion, wie er sich auf Grund der Seitenkettentheorie von PAUL EHRLICH entfaltet hat, historisch verfolgen? Auf einen Nenner gebracht, ist die Antigen-Antikörper-Reaktion unsere heutige Vorstellung von der Antwort eines lebenden Organismus auf die verschiedenartigsten Noxen. Sie wird zur Erklärung so zahlreicher Krankheitszustände herangezogen, daß sie rein ausdehnungsmäßig beinahe die Stelle der durch Jahrhunderte geltenden griechischen Krasenlehre einzunehmen im Begriffe ist.

⁶ FELIX PLATTER, *Praxeos*, tomus II: De doloribus, cap. 2: De febris, Basel 1609, S. 78–79.

⁷ ALBRECHT VON HALLER, *Elementa physiologiae*, tomus I, lib. 3, sect. 3, § 7–14, Lausanne 1757, S. 226–232.

⁸ BERNARD GASPARD, Mémoire physiologique sur les maladies purulentes et putrides, sur la vaccine etc., in *J. Physiol. Exp.*, Paris 1822, II, 1, S. 1–49, und IV, S. 1–69.

Auf den ersten Anhieb mag man in der historischen Verfolgung von Konzepten aus der Immunologie ein vergebliches Unterfangen sehen und einwenden, daß diese um die Jahrhundertwende «erfunden» worden sei. Tatsächlich kann der Leser von Schriften von z. B. ELIA METSCHNIKOFF den Eindruck gewinnen, dieser berichte von soeben entdecktem Neuland, was selbstverständlich auch zum großen Teil der Fall war. Doch schöpfte die entstehende Lehre von der Immunität auch nicht ganz aus dem leeren.

Einen illustren Vorgänger hat die Immunologie in THUKYDIDES, dem Historiker des Peloponnesischen Krieges. Während der Seuche in Attika im Jahre 431 v. Chr. fiel ihm folgendes auf:

«Mehr Mitleid hatten doch noch die Geretteten mit den Sterbenden und Leidenden, weil sie alles bereits kannten und selbst nun in Sicherheit waren; denn zweimal befahl [die Krankheit] denselben nicht, zumindest nicht mit tödlichem Ausgang.»⁹

Es scheint dies die älteste nachweisbare Beobachtung über die erworbene Resistenz gegenüber einer ansteckenden Krankheit zu sein, über deren Identität mit unseren heutigen ansteckenden Krankheiten übrigens nichts Sicheres ausgesagt werden kann. Einiges spricht für das Fleckfieber, einiges vielleicht doch eher für die Pocken. Die empirische Beobachtung der erworbenen Resistenz ist offenbar die Voraussetzung jeglicher Lehre von der Immunität.

Auf der Suche nach ähnlichen Mitteilungen über die Immunität, wie sie Thukydides mehr nebenher erwähnt, stoßen wir beim Kirchenvater EUAGRIUS, der die sogenannte Pest des Justinian in der Mitte des 6. Jahrhunderts erlebte, auf die folgende Bemerkung:

«Wie wir denn auch, nach sorgfältiger Beobachtung, bemerkt haben, daß Familien, welche von der Krankheit nicht ergriffen worden waren, im folgenden Jahr allein litten.»¹⁰

Euagrius scheint indessen die erworbene Resistenz nicht unbedingt als allgemeines Vorkommnis angesehen zu haben, denn er erwähnte, es gebe auch solche, die etliche Male von der Seuche ergriffen worden seien.

Ein guter Beobachter der uns interessierenden Erscheinungen war auch der Historiker PROCOPIUS, der aus derselben Seuchenzeit folgendes berichtete:

⁹ THUKYDIDES, *Der peloponnesische Krieg*, Buch II, Abschnitt 51, ed. Reclam, Stuttgart 1966, S. 172–173.

¹⁰ EUAGRIUS, *Hist. eccl.*, lib. IV, cap. 29, deutsch von Haeser, Band III, S. 46.

«Wenn es einmal schien, die Krankheit habe einen Ort unberührt gelassen, so kehrte sie später an denselben Ort zurück, wobei sie dann die früher Befallenen nicht heimsuchte, und so lange währte, bis sie das richtige Maß der Opfer hinweggenommen.»¹¹

Der Ausdruck des richtigen Maßes der Opfer einer Seuche erscheint besonders gelungen, weil er genau die Ahnung des Autors wiedergibt, daß irgendwie ein natürlicher Ausgleich des Seuchengeschehens stattfindet, ohne näher zu wissen, daß er in der erworbenen Resistenz besteht. Auch die justinianische Pest kann nicht mit Sicherheit einer unserer heutigen Seuchen zugeordnet werden. Die Interpretationen sprechen von Pocken oder Beulenpest.

Bei der Lektüre der Schriften der arabischen Ärzte betreten wir in bezug auf Pocken jedoch sichereren nosologischen Boden. Die erste uns überlieferte Beschreibung der Pocken und der Masern stammt ja bekanntlich von RHAZES (9. Jahrhundert). Von den Pocken weiß man seither auch, daß Zweiterkrankungen äußerst selten sind; und wie bekannt, waren es gerade die Pocken, die zu den entscheidenden Überlegungen und Experimenten der Immunitätslehre im 18. Jahrhundert Anlaß gaben.

Auch im Mittelalter wurden etliche Beobachtungen über Immunitätsphänomene aufgeschrieben. So berichtete GUY DE CHAULIAC, der den Schwarzen Tod (Beulen- und Lungenpest) von 1348 und 1360 als Arzt des Papstes in Avignon erlebte, daß 1348 vor allem die Armen, 1360 vor allem aber die Reichen von der Krankheit heimgesucht worden seien. Vorausgesetzt, daß es sich beide Male um die gleiche Seuche handelte, wäre Guys Zeugnis insofern wichtig, als es besagt, daß die in ungünstigen hygienischen Verhältnissen lebende arme Bevölkerung im ersten Seuchenzuge so immun geworden ist, daß ihr der zweite nicht mehr viel anhaben konnte. Guy selbst erkrankte im Jahre 1348, nicht jedoch 1360, was er dem Schutz durch einen selbst erfundenen Theriak zuschrieb, den er sich aus 40 Substanzen zusammengebraut hatte¹².

DIONYSIUS SECUNDUS COLLE, Arzt aus Belluno, beschrieb Ähnliches aus derselben Seuchenzeit. Er ist interessanterweise übrigens offenbar der erste, der das Wort «immunis» gebraucht, um darzutun, daß er der Pest entgangen sei:

¹¹ PROCOPIUS, *De bello persico*, lib. II, cap. 22, deutsch von Haeser, Band III, S. 46.

¹² GUY DE CHAULIAC, *Grande chirurgie*, traité II, doct. 2, cap. 5, ed. E. Nicaise, Paris 1890, S. 167–177.

«Equibus Dei gratia ego immunis evasi.»¹³

«Immunitas» war im Mittelalter vor allem ein Begriff des kanonischen Rechtes zur Bezeichnung der Privilegien der Kirchengüter. Er geht wortstammäßig auf den Festungsbau u. ä. zurück und bedeutete Abgaben-, Steuerfreiheit, auch Dienstfreiheit. In ähnlicher Bedeutung gilt er auch heute noch zur Charakterisierung der Rechtsstellung von Diplomaten usw. Offiziellen Eingang in die medizinische Terminologie erhielt das Wort übrigens erst in der Ausgabe von 1878 des *Dictionnaire de Médecine* von LITTRÉ.

Vom Fleckfieber sagt Fracastoro um 1530, daß hauptsächlich die reiche Bevölkerung nicht verschont worden sei, weil sie wegen allzu feuchter Konstitution nicht robust genug sei¹⁴. Ähnliches äußert JEAN COYTARD von der Fleckfieberepidemie im Poitou vom Jahre 1557¹⁵.

JOHANN BAPTIST VAN HELMONT (1577–1644) hielt den Herpes zoster, von ihm Zinzilla genannt, für eine nur einmal zu absolvierende Krankheit¹⁶.

Im Zusammenhang mit den «eruptiven Fiebern» machte der englische Arzt THOMAS FULLER (1654–1734) darauf aufmerksam, daß die Pest weder die Pocken noch die Masern erzeugen könne, so wenig wie ein Huhn eine Ente, und daß die eine überstandene Krankheit daher nicht als Schutz gegen die andere anzusehen sei¹⁷. Diese tatsächensichere Aussage impliziert die Kenntnis nicht nur der Immunität an sich, sondern auch der spezifischen Immunität.

Die folgenreichste Beobachtung über die erworbene Resistenz stammt von englischen Melkern. Der Hinweis eines Milchmädchens, daß es nach überstandenen Kuhpocken nicht mehr an den Pocken erkranken könne, brachte, wie man weiß, EDWARD JENNER (1749–1823) auf den Gedanken der Vakzination.

Abschließend gehört in diesen Zusammenhang Pasteurs Bemerkung:

¹³ JOHANNES COLLE, *De omnibus malignis et pestilentibus ...*, tomus I, lib. XV, cap. 1–4 «Ex libello vetusto Dionysi Sec. Colle», Pesaro 1616.

¹⁴ FRACASTORIUS, op. cit., lib. II, cap. 7, ed. cit., S. 104ff.

¹⁵ JEAN COYTARD DE THAIRE, *De febre purpura epidemiali et contagiosi*, cap. 2, Paris 1578, S. 4–5.

¹⁶ JOHANN BAPTISTA VAN HELMONT, *De magnetica vulnerum curatione*, in *Sylvestre Rat-tray, Theatrum Sympathicum*, Nürnberg 1662, S. 477.

¹⁷ THOMAS FULLER, *Exanthematologica*, cap.: Of the passive principle and material cause of small-pox, London 1730, S. 176.

«Die Tatsache der Vakzine steht bisher allein, aber das Ausbleiben von Rückfällen nach Überstehen einer ansteckenden Krankheit erscheint als eine allgemeine Tatsache. Der Organismus fällt nicht zum zweiten Mal den Masern, Scharlach, Fleckfieber, Pocken, Syphilis anheim.»¹⁸

Die Liste, die eine Umschreibung des Begriffes der Immunität enthält, kann als Überblick über die empirisch gewonnenen Kenntnisse gelten, die man um 1880 über die immunisierenden Krankheiten hatte.

Heutzutage sind noch zahlreiche andere immunisierende Krankheiten bekannt. Obwohl einige von ihnen, wie Pertussis, Diphtherie und Parotitis schon längst als nosologische Einheiten beschrieben waren, haben offenbar doch nur die Pocken zu Beobachtungen über die erworbene Immunität geführt, so sehr, daß man versucht ist, ex immunitate für die Seuche des Thukydides die Pocken zu diagnostizieren.

Abwehr der Ansteckung durch Gegengifte und Impfung

Wie oben erwähnt, braute sich Guy de Chauliac zur Vorbeugung gegen die Wiedererkrankung an der Pest im Jahre 1360 einen Theriak. Damit kehrte er vor, was seit altersher zur Vorbeugung gegen Seuchen vorgekehrt wurde: er nahm ein Gegengift, womit sich der Kreis Gift-Contagium auch hier schließt. Eines der bemerkenswertesten Gegengifte, das schon seit PLINIUS beim Biß eines tollen Hundes gebräuchlich war, bestand in der Verabreichung eines aus der Leber eines tollen Hundes gekochten Bouillon¹⁹, was im formalen Procedere ganz entfernt der heutigen Serumherstellung gleicht. GALEN scheint zwar von dieser Präventivmaßnahme nicht sehr überzeugt gewesen zu sein²⁰.

Das Gegengift war nun allerdings nicht die einzige Präventivmaßnahme. Erwähnt seien auch Parfum- und andere Duftstoffräucherungen gegen die verpestete Miasmaluft. Ein wenig länger lohnt es sich, bei einer anderen Methode zu verweilen, die bei Pestilenzen über viele Jahrhunderte befolgt wurde. Wir meinen die Anwendung von Glüheisen und die Auflegung von blasenziehenden Pflastern, die zwecks Ausscheidung des Krankheits-

¹⁸ LOUIS PASTEUR, *Die Hühnercholera*, ed. G. Sticker, Leipzig 1923, Nachdruck Leipzig 1968, S. 38.

¹⁹ CAJUS PLINIUS SECUNDUS der Ältere, *Hist. nat.*, lib. XXIX, cap. 32/99, ed. lat./engl. W. H. S. Jones, London 1956, Band 8, S. 246–247.

²⁰ JOHANN BAUHIN, *Histoire notable de la rage des loups*, Montbéliard 1591, S. 64–65.

stoffes durch die Körperhaut vorgenommen wurden. PHILIPP INGRASSIA berichtete 1576 aus Palermo nur Gutes von der Vorbeugung bei der Pest mit dem «cauterum actuale», mit dem Glüheisen²¹, und MARTIN RULAND der Jüngere zählte anno 1600 blasenziehende Pflaster, das «cauterum potentiale», zu den Präventiven bei Fleckfieber²². Solche Beispiele können bis ins 18. Jahrhundert beliebig vermehrt werden.

Wenn nun diese durch Kauterisierung erzeugten künstlichen Geschwüre und Blasen auch keinen allzu großen präventiven Wert hatten – möglich ist eine unspezifische Reizkörperwirkung – und wenn die Kauterisierung vor allem im Zusammenhang mit der Lehre von der Ausscheidung der Krankheitsstoffe durch die Körperhaut zu verstehen ist, so führte sie möglicherweise die Beobachtung und die Überlegungen dennoch in eine Richtung, welche für die Immunitätslehre von ganz entscheidender Bedeutung geworden ist.

Denn wenn schon die künstliche Blasenbildung als Prävention galt, was wäre näherliegender gewesen als die Entdeckung, durch künstlich hervorgerufene *echte* Pockenblasen, durch die Variolation, eine wirklich hochwirksame Vorbeugung zu bewerkstelligen? Tatsächlich sah einer der ersten Befürworter der Variolation, der englische Arzt RICHARD MEAD (1673 bis 1754), darin nichts anderes als eine Methode, den Krankheitsstoff auf die Haut zu ziehen²³.

Wie sich die Entdeckung der Variolation allerdings im einzelnen vollzogen hat, verliert sich weitgehend im Dunkel. Die Ärzte EMANUEL TIMONI und GIACOMO PYLARINI, beide um 1700 im westlichen Kleinasien tätig, berichteten 1713 über die Variolation. Pylarini sagt, die Methode habe durch die thessalischen Griechen Verbreitung gefunden, Timoni seinerseits gibt den Tscherkessen das Verdienst²⁴. VOLTAIRE berichtete, der Impfzweck sei, die Töchter der Tscherkessen, als Anwärterinnen für den Harem des Sultans, vor Verunstaltung zu schützen²⁵. Um 1720 teilte der Pfarrer COTTON

²¹ PHILIPP INGRASSIA, *Informatione del pestifero et contagioso morbo ... in Palermo ... 1575 et 1576*, parte III, cap. 16, Forca 1576, S. 62.

²² MARTIN RULAND der Jüngere, *De pernicioza luis ungaricae ...*, cap. 5, Frankfurt am Main 1600, S. 58 ff.

²³ RICHARD MEAD, *De variolis et morbillis*, London 1747, S. 85–86.

²⁴ PYLARINI/TIMONI, *Tractatus bini de nova variolas per transplantationem excitandi methodo*, Leiden 1721, S. 11 und 24.

²⁵ VOLTAIRE, *Lettres philosophiques ou anglaises*, 11^e lettre, ed. Garnier, Paris 1939, S. 48–53.

MATHER aus Boston (Massachusetts) mit, daß ihm ein Negersklave die in seiner Heimat übliche ähnliche Methode beschrieben habe²⁶.

Die Mitteilungen von Pylarini/Timoni und Mather deuten auf die Kenntnis der Variolation in Kreisen der mohamedanischen Sklavenhändler hin, was, wie HENRY E. SIGERIST vorschlug, in Richtung der arabischen Ärzte als Entdecker der Variolation weisen könnte. Es ist auch möglich, daß ein Vers aus der *salernitanischen* Schrift *Flos medicinae* (um 1150) die Impfmethode arabischer Ärzte beschreibt:

«Ne pariant teneris variolae funera natis»

«Illorum venis variolas mitte salubres.»²⁷

Doch ist zu bedenken, daß der Einfluß arabischer Medizin in Salerno erst um 1100 beginnt. Zudem ist die Methode verschieden, indem nicht von Blasen auf der Haut, sondern von den Venen als Eintrittspforte die Rede ist. Gegen die Kenntnis der Variolation bei den arabischen Ärzten spricht auch ein wenig, daß sie weder von Rhazes noch von AVICENNA erwähnt wird. Insbesondere bei Avicenna, der eine ausgesprochene Vorliebe für die genaue Beschreibung von krankhaften Hautveränderungen hatte, fällt auf, daß er lange bei der Besprechung von Pockenblasen, -krusten, -narben verweilte²⁸. Er tat dies aber keineswegs vom präventiven, sondern ausschließlich vom kosmetischen Standpunkt aus.

Der salernitanische Vers ist unseres Wissens der älteste Hinweis auf die Pockenvorbeugung. Daß die indische *Atharva-Veda* (Mitte 1. Jahrtausend v. Chr.) eine Beschreibung sogar der Variolation enthalte, haben wir nicht finden können. Wie dem immer sei, von Timoni und anderen Ärzten aufmerksam gemacht, trug unter anderen Lady MARY WORTLEY MONTAGU, die Gattin des britischen Botschafters bei der Hohen Pforte und sie selbst eine große Epistolière, viel zur Popularisierung der Variolation in England bei, indem sie 1718 ihren Knaben variolieren ließ²⁹. Diese Methode, die übrigens nicht nur in England praktiziert wurde, geriet in der Folge wegen

²⁶ COTTON MATHER, *An account of the method and succes of inoculating the small-pox in Boston in New England*, London 1722, S. 1 ff.

²⁷ *Flos medicinae*, pars IX, cap. 10, ed. de Renzi, Band I, S. 508.

²⁸ AVICENNA, *Canon medicinae*, lib. IV, fen. 1, tract. IV, cap. 6–12, ed. Gerardus Cremonesis, Venedig 1595, S. 72–76.

²⁹ Lady MARY WORTLEY MONTAGU, *The complete Letters*, ed. Halsband, Oxford 1967, Band I, S. 392, Brief vom 23. März 1718.

doch auftretender schwerer Erkrankungen etwas in Verruf und wurde von 1796 an durch die von Jenner ausgearbeitete Methode der Vakzination abgelöst.

1880 gelang Pasteur durch so etwas wie einen Laborzufall die Impfung von Hühnern mit Hühnercholera-Vibrionen. Er nannte sein hernach ausgearbeitetes Verfahren zu Ehren Jenners Vakzination, womit sich zeigt, daß Pasteur sich selbst als Glied in der Kette der Inokulanten sah.

Mit der Entdeckung der antikörperhaltigen Serumfraktion und der Herstellung von Tetanusantitoxin zur Serumtherapie durch EMIL BEHRING und SHIBASBURO KITASATO im Jahre 1890 wurde auch die Suche nach einem wirksamen Gegengift in eine neue Richtung gelenkt.

Einige Theorien der Immunität

Ein Überblick über die Vorgeschichte der Immunologie wäre nicht vollständig, wenn nicht auch kurz die Frage gestreift würde, ob es nicht auch eine Theorie der Immunität gab? Wenn ja, wie diese aussah?

Soviel uns bekannt, fehlt dafür im Altertum jede Spur. Die Beobachtungen der Einzelphänomene, die eine theoretische Zusammenfassung erfordern hätten, waren ebenso verstreut, daß nichts in dieser Richtung geschah. Zwar hat man schon in der Krasenlehre mit ihrem Konzept der Naturheilkraft eine bewußte Vorwegnahme der heutigen Immunitätslehre sehen wollen.

Nach der Krasenlehre besteht die Krankheit bekanntlich in einer Auseinandersetzung zwischen der Krankheitsursache und der Naturheilkraft des Körpers, eine Auseinandersetzung, die sich durch die Pepsis zur Krise im guten oder schlechten Sinne wende. Ist der Kranke gesund geworden, so hat eine Herstellung der Krise ad integrum stattgefunden. Eindeutig hat die Krasenlehre Ausscheidungscharakter in dem Sinne, daß die krankmachende Substanz, später auch «*materia peccans*» genannt, durch die Pepsis so verändert werde, daß sie durch die Exkreme oder als Apostase an der Körperoberfläche ausgeschieden werden könne. Daher wurden die Exantheme und die anderen Hautveränderungen als Aposteme und nicht etwa, wie heute, als Symptome angesehen.

Die Idee des Befalls, der Abwehr der Krankheit durch den Körper mittels der Pepsis und der Überwindung in der Krise gilt in derart allgemein gehaltener Formulierung gewiß auch heute noch und ist auf den ersten Blick der Immunitätslehre nicht unähnlich. Doch ist dem Gedanken, daß die

Krasenlehre die Immunitätstheorie vorwegnehme, entgegenzuhalten, daß sie gerade deshalb nicht als ihre Vorgängerin aufgefaßt werden kann, weil nach ihr die «materia peccans» beim Gesundwerden wie aus einem chemisch unbeteiligten Glasgefäß wieder ausgeschieden wird. Damit beraubte sie sich der Möglichkeit zu erklären, worin das Phänomen des Nichtbefalls und der Abwehr der Krankheit bestehe.

Es ist möglich, daß die Krasenlehre ihrer abgerundeten Form wegen die Stellung der Frage nach dem Nichterkranken eher erschwerte. Doch kann sie nicht als einziges Hindernis gelten. Eine beträchtliche Schwierigkeit, die einer Immunitätstheorie über Jahrhunderte im Wege stand, war, wie gesagt, die mangelhafte nosologische Abgrenzung der Seuchen, die überdies im Sinne der «transformatio morbi» für ineinander übergehend gehalten wurden. Es sei nur an die noch im 19. Jahrhundert stattgehabte Fleckthypuskontroverse erinnert. Denn solange man beispielsweise die Pocken, die Pest und das Fleckfieber für unspezifizierte Seuchen hielt, die womöglich auseinander hervorgehen konnten, war eine spezifische Immunität auch keine Herausforderung an die wissenschaftliche Theoretisierung. Die Pockenbeschreibung des Rhazes ist daher insofern wichtig, als damit das nosologische Hindernis teilweise wegfällt, und als wir seither mit dem Allgemeinwissen über die Pockenimmunität rechnen können.

Deshalb verwundert es nicht, daß die arabischen Ärzte auch die ersten waren, die unseres Wissens eine Theorie der Immunität aufstellten. Zur Erklärung der Immunität bei Pocken gingen sie, ganz im Sinne der Krasenlehre, von der Überlegung aus, daß die Pockenexanthemata, wie übrigens auch der Masernausschlag und die leprösen Hautveränderungen, Apostemata seien. Zwar werde dabei nicht eine aus der Umwelt in den Körper eingedrungene «materia peccans» ausgeschieden, sondern eine solche, die aus dem in der Schwangerschaft zurückgehaltenen Menstrualblut der Mutter des Kranken entstanden sei. Das Menstrualblut verbleibe in den Poren des Embryo und könne dort verderben. Daher erkläre sich ohne weiteres, weshalb die Pocken und die Masern am häufigsten im Kindesalter auftreten, wenn der Körper langsam erstarke und das verdorbene Blut ausscheiden könne. Da das Exanthem Zeichen der Ausscheidung sei, erkläre sich auch, *weshalb die meisten Menschen nur einmal erkranken*, es sei denn, eine Zweiterkrankung wäre nötig, weil das erstemal nicht alle schlechten Stoffe ausgeschieden worden seien. In logischer Konsequenz hielten die arabischen Ärzte die überstandenen Pocken auch für einen Schutz gegen die Masern und die *Lepra arabum*. Diese erste Theorie der erworbenen

Immunität war so klug gemacht, daß sie gleich zwei Fliegen auf einen Schlag traf: sie erklärte, weshalb nur Kinder und diese nur einmal befallen werden. Wohl wegen ihrer Geschlossenheit wurde sie während des Mittelalters und noch im 15. Jahrhundert z. B. von JOHANNES WIDMANN (Salicetus), u. a. Stadtarzt zu Basel, vertreten, obwohl schon in arabischer Zeit AVERROES Einwände gegen die unvernünftige Vorstellung von der Verderbbarkeit des Menstrualblutes erhob³⁰. Seither ist die Diskussion über die Richtigkeit der arabischen Theorie immer wieder aufgetaucht.

Besonders ausführlich befaßte sich damit der Arzt GIROLAMO MERCURIALI (1530–1606). In *De puerorum morbis* legt er dar, weshalb die Menstrualbluttheorie vor allem aus ätiologischen Gründen nicht stimmen könne:

1. Nach der Entdeckung Amerikas durch die Spanier haben die Indianer derart verheerende Pockenepidemien erlebt, so daß ihre Völker beinahe ausgestorben wären. Die Europäer ihrerseits hätten sich in Amerika mit Syphilis infiziert. Wäre die Ursache der Pocken das verdorbene Menstrualblut, so wäre es den ersten Menschen wie den Indianern ergangen, und das menschliche Geschlecht hätte keine guten Lebenschancen gehabt. Vielmehr seien auf den Schiffen mitgeführte Miasmen Ursache des Krankheitsaustausches.
2. Wäre das Menstrualblut die Pockenursache, hätte sie schon Kain und Abel haben müssen. In Wirklichkeit gebe es Pocken erst seit der Zeit der Araber.
3. Wären Pocken, Masern und Lepra arabum nichts als eine Ausscheidung von Menstrualblut, müßte es genügen, wenn ein Mensch nur an einer dieser Krankheiten erkrankte, was bekanntlich nicht der Fall sei.
4. Wäre die Lehre richtig, weshalb erkranken keine Haustiere?
5. Wäre schon beim Fötus der Krankheitsstoff vorhanden, würde er spätestens mit dem Kindspech ausgeschieden.³¹

Wie man sieht, sind Mercurialis Argumente scharfsinnig und stammen zum Teil aus richtigen Beobachtungen, treffen aber fast alle neben das Ziel, besonders das letzte, das, wie die angegriffene Lehre, selbst aus der Ausscheidungslehre stammt. Sie haben denn auch nicht bewirkt, daß die Menstrualbluttheorie auf einen Schlag verlassen worden wäre. Abgeschwächt lebte sie bei Felix Platter weiter³², und sie wurde auch noch im 19. Jahrhundert, lange nach der Entdeckung des fötalen Kreislaufes, kolportiert. Übrigens scheint es fast, daß mit all den hauptsächlich ätiologisch orientierten Argumenten Mercurialis die Frage nach der Immunität unter den Tisch

³⁰ CHRISTIAN GOTTFRIED GRUNER, *De variolis et morbillis*, Jena 1790, S. 52.

³¹ HIERONYMUS MERCURIALIS, *De morbis puerorum*, lib. I, cap. 2, *De morbillis et variolis*, Basel 1584, S. 17–21.

³² FELIX PLATTER, *op. cit.*, *loc. cit.*, S. 238.

gefallen sei. Fast hat es den Anschein, daß bei dem Versuch, die falsche Theorie zu entkräften, die ihr zugrunde liegende richtige Beobachtung entwertet worden. Doch zeigen die Überlegungen Mercurialis trotzdem von neuem, daß in der Renaissance die Voraussetzungen zum frischen Überdenken der Beobachtungen bestanden.

Trotz der inneren Ausgewogenheit können wir die arabische Theorie der erworbenen Immunität wegen ihrer strukturellen Verschiedenheit nicht gut als Vorläuferin der heutigen Immunitätstheorie auffassen. Einen Ansatz zu moderneren Überlegungen treffen wir zweifellos bei van Helmont, der, dem iatrochemischen Gedankengut verpflichtet, über den oben erwähnten Herpes zoster folgendes schreibt:

«Denn wer von dieser Krankheit genesen ist, erhält fürderhin ein balsamisches Blut, weshalb er in Zukunft von dieser Krankheit sicher ist.»³³

Diese Bemerkung ist interessant, weil van Helmont, wie wir meinen, der erste war, der aussprach, daß das Blut durch eine überstandene Krankheit eine Eigenschaft erhält, die es zuvor nicht besaß und die den Körper zudem vor Wiedererkrankung schütze. In der Krasenlehre wurde das Blut weitgehend nur als Funktion im Gleichgewicht der vier Säfte gesehen und bedurfte daher, sozusagen als Element, keiner weiteren Erforschung mehr. Im Einklang mit der Chemiatrie trat der Krasenlehre nun die deutliche Vorstellung vom Blut als einer Substanz mit Eigenschaften, worunter auch chemischen, entgegen.

Was Van Helmont unter Balsam verstand, ist zwar recht schwer zu entscheiden. Schon Paracelsus hatte dem Blut einen Balsam zugesprochen, freilich nicht im Zusammenhang mit der erworbenen Resistenz, sondern im Sinne einer Lebenskraft («Archaeus»), die er bisweilen materialhaft und extrahierbar dachte. Er brauchte das Wort Balsam gelegentlich auch in Verbindung mit «mumia», der aus Menschenfleisch hergestellten, angeblich sehr wirksamen Wundsalbe. Auch bei van Helmont hat Balsam dieselbe mehrfache Bedeutung. Ob er sich die balsamische Eigenschaft des Blutes mehr chemisch, z.B. als wundsalbenähnlich, oder eher als Vitalkraft vorgestellt hat: beide Male könnte man die Idee als Keim der Lehre von den Antikörpern ansehen. Es sei übrigens vermerkt, daß die Beobachtung über den Zoster im Traktat *De magnetica vulnerum curatione* steht, was andeutet, daß die genauere Beobachtung der Wundheilung, zusammen mit chemiatriischen Überlegungen zu van Helmonts Intuition Anlaß gab.

³³ JOHANN BAPTISTA VAN HELMONT, op. cit., loc. cit.

Nach diesem ersten Schritt van Helmonts, dessen Bedeutung eben darin lag, daß der Naturheilkraft als Korrelat zu der von außen kommenden Ansteckung eine wichtigere Rolle zugesprochen wurde, blieb bis zum Beginn der Immunitätslehre im eigentlichen Sinne allerdings noch ein weiter Weg zurückzulegen. Etappen dieses Weges, der schließlich über etliche Sackgassen zur präziseren Umschreibung der Abwehrfunktion des Körpers bei Infektionskrankheiten führte, suchten wir in den Schriften derjenigen Autoren, die mit der damals neuen Methode der Variolation in Berührung kamen.

Die erste zusammenhängende Immunitätstheorie seit der arabischen stammte vom oben erwähnten Cotton Mather. Er setzte die durch die Impfung hervorgerufenen Krankheitsvorgänge einem Krieg zwischen den Pocken-Miasmen und den Naturkräften des Körpers gleich, wobei die Miasmen an den Außenwerken der Zitadelle des Körpers dergestalt aufgehalten und besiegt würden, daß ihnen eine künftige Wiederkehr gründlich verleihe³⁴. Diese Erklärung, die einen Vauban wohl erfreut hätte, sah keinen Anlaß zu irgendwelchen iatrochemischen Überlegungen und war somit auch im 18. Jahrhundert etwas abseitig. Mather selbst wollte sie übrigens auch nur bildlich aufgefaßt wissen, auch weil er offenbar auf die Iatrochemie keine allzu großen Stücke hielt.

Näher an das iatrochemische Ideengut kam der deutsche Arzt ABRAHAM VATER (1684–1751), der sich zwar nicht so sehr über die Immunität als viel mehr über die abgeschwächte Virulenz der durch Impfung erzeugten Krankheit Gedanken machte. Das Zustandekommen der Krankheit verglich er – bewußt *mutatis mutandis* – mit der Hefegärung im Brotteig, und die Abschwächung der Virulenz dachte er sich als eine Verdünnung des Impf-Contagiums durch den wässrigen Teil des Blutes, das in die Kapillaren kommt³⁵. Vater war sich der Unzulänglichkeit seiner Erklärungen bewußt, doch sind sie für uns wichtig, weil sich zeigt, daß der Verdacht allmählich deutlicher wurde, daß die Abwehrkraft des Körpers eine Funktion des Blutes sei. In diesem Zusammenhang sei auch JOHN HUNTERS (1728–1793) Beobachtung der Resistenz des Blutes gegen Fäulnis erwähnt.

Eine sehr bemerkenswerte Erklärung der Immunität bei Pocken legte sich der oben erwähnte Thomas Fuller zurecht, der sich übrigens über die arabische Theorie sehr verächtlich aussprach. Er ging, wie gesagt, von der

³⁴ COTTON MATHER, *op. cit.*, S. 7–8.

³⁵ ABRAHAM VATER, *Das Blatter-Beltzen*, Wittenberg 1721, S. 19 ff.

Beobachtung aus, daß eine Krankheit keinesfalls eine andere Krankheit erzeugen könne, daß es also keine «transmutatio morbi» gebe, wie es ja damals noch weitherum angenommen wurde. Um diesen Sachverhalt gebührend zu betonen, verglich er ihn mit der Zeugung im Tierreich, wo auch ein Tier nur immer eines derselben Art hervorbringt. Er wurde nun selbst beinahe der Gefangene seines Vergleiches, indem er das Contagium, als die von außen kommende Krankheitsursache, mit dem zur Zeugung notwendigen männlichen Prinzip gleichsetzte. Das weibliche Prinzip sah er in der Krankheitsempfänglichkeit des Körpers, als deren materialhaftes Korrelat er ein «ovulum» irgendwo im Leibe postulierte. Ergo: wenn nun dieses Ovulum einmal durch das männliche Contagium befruchtet worden sei, was bei der Ersterkrankung geschehe, so sei es aufgebraucht und eine Zweiterkrankung unmöglich³⁶.

Wenn nun seine originelle Erklärung gewiß auch nicht richtig war, so wußte Fuller doch sehr genau, daß die anderen zeitgenössischen Ansichten über die Immunität eben unzulänglich waren. Als einer der ersten warnte er vor der präventiven Kauterisation, weil diese unnötigerweise Eintrittspforten für die Ansteckung schaffe, und seine Kritik an der damaligen Variationspraxis richtete sich vor allem gegen die Ungewißheit über die Größe der Impfdosis.

Jenner selbst, dem der große Durchbruch in der Immunologie gelang, war jeder Spekulation abhold. Er gliederte seine Versuche weder ausdrücklich in die Krasenlehre ein noch distanzierte er sich davon. Doch war es ihm durchaus bewußt, daß seine Versuche etwas Ungewöhnliches und Bemerkenswertes darstellten und im Grunde also außerhalb der damals gültigen Lehre lagen. Daß hauptsächlich Milchmädchen nach dem Überstehen von Kuhpocken gegen die Humanpocken immun bleiben, schrieb er ihrer abgehärteten Lebensweise zu, eine Ansicht, die auch Guy de Chauliac für die Pest und Fracastoro für das Fleckfieber vorbrachten. Auch war Jenner der Meinung, daß sich Krankheiten ineinander verwandeln können, ebenfalls im Sinne der Abstammungslehre³⁷. Man könnte sich vorstellen, daß er sich durch seine Entdeckung der gekreuzten Immunität in dieser Ansicht geradezu bestärkt fühlte.

³⁶ THOMAS FULLER, op. cit., loc. cit.

³⁷ EDWARD JENNER, *An Inquiry into the Causes and Effects of the Variolae Vaccinae ...*, London 1798.

Pasteur, der große Praktiker, erklärte die Immunität bekanntlich mit der sogenannten «Exhaustion», wobei während der Ersterkrankung im Körper ein unersetzbarer Nährstoff aufgebraucht würde, der für das Bakterienwachstum essentiell sei³⁸. Man mag in dieser Erklärung eine Ausklang der Ausscheidungslehre erblicken, denn auch bei Pasteur fehlt dem Körper, zwar nicht mehr die *Materia peccans*, aber doch irgendein Stoff. Wahrscheinlich ist es richtiger zu vermuten, daß der Chemiker Pasteur bei der Bakterienzucht einen Stoff aus seinen Kolben verschwinden sah und daher auf den Gedanken der Exhaustion kam.

Seit Pasteurs Experimenten häuften sich die Immunitätstheorien. Sie sind so gut bekannt, daß wir sie nur in Stichworten andeuten wollen. Da wäre zunächst die Retentionstheorie von CHAUVEAU zu nennen, der die Immunität durch ein bei der Ersterkrankung im Körper zurückgelassenes Ausscheidungsprodukt der Bakterien verursacht sah, das ein nochmaliges Bakterienwachstum verhindere. Wichtig wurde ferner Metschnikoffs Phagozytentheorie von 1884. Dann erwähnen wir die Blutalkalinitätstheorie von Behring u. a. und die Theorie der durch Osmosevorgänge verletzten Bakterien von BAUMGARTEN u. a. Von allen diesen Theorien, die alle einen Baustein zur heutigen Auffassung beitrugen, war gewiß die Seitenkettentheorie von Ehrlich die anregendste, wonach die Körperzellen, als Makromoleküle aufgefaßt, mittels ihrer Seitenketten die Seitenketten der Bakterientoxine in der Antigen-Antikörper-Reaktion chemisch binden. Ehrlichs Vorstellungen haben die Immunitätslehre bis auf den heutigen Tag befruchtet, weil in ihnen die Antwort auf die Frage, wie der Körper auf Krankheitsreize reagiere, in den Begriffen der damaligen Naturwissenschaften gegeben wurde.

³⁸ LOUIS PASTEUR, *Œuvres*, ed. Vallery-Radot, Paris 1922–1939, Band VI, S. 290–291, 301–305 und 308 im Zusammenhang mit Hühnercholera, S. 608 im Zusammenhang mit Tollwut.

Anmerkungen zur Geschichte der Immunologie in folgenden Werken

- BALOSI S., Anticipazioni immunologiche nell'antica medicina, in *Pagine della storia della medicina XI*, 3 (1967) 85–95.
- BEALL O.T. und R.H. SHYROCK, *Cotton Mather*, Baltimore 1954.
- BULLOCH W., *The History of Bacteriology*, London/New York/Toronto 1938.
- BURNET M., *Cellular Immunology*, Melbourne/Cambridge 1969.
- FOSTER W.D., *A History of Medical Bacteriology and Immunology*, London 1970.
- HUMPHREY J.H., *Immunology for Students*, Oxford 1964 und 1970.
- KLEBS A.C., The Historical Evolution of Variolation, in *Johns Hopkins Hospital Bulletin* 24 (1913) 69–83.
- LEFANU W.R., *Edward Jenner*, London 1951.
- LONG E., *A History of Pathology*, 2. Auflage, New York 1965.
- PARISH H.J., *A History of Immunisation*, Edinburgh/London 1965.
- RODDIS L.H., *Edward Jenner and the Discovery of Small-Pox Vaccination*, Menasha/Wisconsin 1930.
- SINGER CH., *A History of Biology*, London/New York 1959.
- ZINSSER H., *Infection and Resistance*, 3. Auflage, New York 1923.

