

Stefan Winkle  
Die Geschichte der Seuchen



Stefan Winkle

DIE GESCHICHTE  
DER SEUCHEN

Anaconda

Zunächst erschienen unter dem Titel »Geißeln der Menschheit. Kulturgeschichte der Seuchen« 1997 bei Artemis & Winkler. Im Jahr 2005 in verbesserter und erweiterter Auflage bei Artemis & Winkler neu aufgelegt. Der Text dieser Ausgabe entspricht demjenigen der Ausgabe von 2005.

© 1997, Bibliographisches Institut GmbH (Artemis & Winkler), Berlin



Penguin Random House Verlagsgruppe FSC® No01967

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliographie; detaillierte bibliographische Daten sind im Internet unter <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© dieser Ausgabe 2021 by Anaconda Verlag,  
einem Unternehmen der Penguin Random House Verlagsgruppe GmbH,  
Neumarkter Straße 28, 81673 München  
Alle Rechte vorbehalten.

Umschlagmotiv: Filippo Daelli, »The scourge of the plague invoked  
by David«, Parma, Galleria Nazionale (Art Gallery), Palazzo Della Pilotta,

© A. Dagli Orti / De Agostini Picture Library / Bridgeman Images

Umschlaggestaltung: [www.katjaholst.de](http://www.katjaholst.de)

Druck und Bindung: CPI books GmbH, Leck

ISBN 978-3-7306-0963-7

[www.anacondaverlag.de](http://www.anacondaverlag.de)

# INHALT

Einleitung IX–XXXVII

LEPRA (AUSSATZ) 1

Altertum 3 · Mittelalter 15 · Neuzeit 35 · Mikrobiologische Ära 44

MILZBRAND (ANTHRAX) 47

Altertum 48 · Mittelalter 53 · Neuzeit 60 · Mikrobiologische Ära 69

TUBERKULOSE 83

Altertum 84 · Mittelalter 98 · Neuzeit 111 · Mikrobiologische Ära 137

CHOLERA ASIATICA 153

Altertum und Mittelalter. Indische und moslemische Pilgerorte 154 · Neuzeit 158 · (Die erste Choleraepidemie von 1817 bis 1823 161 · Die zweite Choleraepidemie von 1826 bis 1837 165 · Die dritte Choleraepidemie von 1841 bis 1862 188 · Die vierte Choleraepidemie von 1864 bis 1875) 210 · Mikrobiologische Ära 215 · (Die fünfte Choleraepidemie von 1882 bis 1896. Robert Koch entdeckt den Choleraerreger 215 · Chronologie und Konsequenzen der Hamburger Cholera von 1892 222 · Epilog. Pettenkofers Selbstversuch) 248

DIPHtherIE 252

Altertum 253 · Mittelalter 257 · Neuzeit 260 · Mikrobiologische Ära 277

WUNDINFEKTION (TETANUS; GASBRAND;  
SEPSIS UND KINDBETTfIEBER) 289

Altertum 290 · Mittelalter 300 · Neuzeit 307 · Mikrobiologische Ära 331

RUHR UND TYPHUS 339

Altertum 341 · Mittelalter 355 · Neuzeit 373 · Mikrobiologische Ära 413

PEST 422

Altertum 422 · Mittelalter 435 · Neuzeit 464 · Mikrobiologische Ära 506

GESCHLECHTSKRANKHEITEN 516

Altertum 520 · Mittelalter 532 · Neuzeit 541 · Mikrobiologische Ära 595

FLECKFIEBER TYPHUS EXANTHEMATICUS 618

Altertum 619 · Mittelalter 627 · Neuzeit 630 · Mikrobiologische Ära 664

TRACHOM 670

Altertum 671 · Mittelalter 683 · Neuzeit 693 · Mikrobiologische Ära 703

MALARIA 707

Altertum 709 · Mittelalter 731 · Neuzeit 752 · Mikrobiologische Ära 772

NAGANA UND SCHLAFKRANKHEIT (AFRIKANISCHE  
TRYPANOSOMIASEN, SLEEPING SICKNESS) 782

Altertum 784 · Mittelalter 789 · Neuzeit 799 · Mikrobiologische Ära 810

POCKEN (VARIOLA) 831

Altertum 833 · Mittelalter 840 · Neuzeit 853 · Inokulation bzw. Variolation  
868 · Jenner und die Vakzination 880

TOLLWUT (LYSSA) 902

Altertum 903 · Mittelalter 913 · Neuzeit 918 · Mikrobiologische Ära 935

ANSTECKENDE GELBSUCHT (HEPATITIS A, HEPATITIS B  
SOWIE LEPTOSPIROSEN) 942

Altertum 942 · Mittelalter 945 · Neuzeit 949 · Mikrobiologische Ära 959

GELBFIEBER (YELLOW FEVER, VOMITO NEGRO) 965

Die Assafranados des Kolumbus und die vorherige Landflucht der Mayas 966  
· Die Karibik als Gelbfieberherd 972 · Alexander von Humboldts unbeachtete  
Beobachtungen 986 · Panamakanal und Mückentheorie 991 · Entdeckung des  
Gelbfiebertvirus 998

---

GRIPPE (INFLUENZA) UND GRIPPEARTIGE  
ERKÄLTUNGSKRANKHEITEN 1004

Altertum 1005 · Mittelalter 1008 · Neuzeit 1012 · Mikrobiologische Ära 1044

KRÄTZE (SKABIES) 1050

Altertum 1050 · Mittelalter 1055 · Neuzeit 1057

DAS BLUTWUNDER 1067

DIE TANZWUT 1081

Altertum 1081 · Mittelalter 1090 · Neuzeit 1108 · Veitstanz, Tarantismus 1109  
· Gruppenpsychose 1111 · Mikrobiologische Ära 1111

PAPAGEIENKRANKHEIT (PSITTAKOSE BZW. ORNITHOSE) 1115

Allgemeines und Vorgeschichte 1115 · Mikrobiologische Ära 1118

SEUCHEN, BIOLOGISCHE KRIEGFÜHRUNG UND  
BIOTERROR 1130

Die verheimlichte sowjetische Biowaffenausrüstung 1130 · Das Lügengewebe  
über den Unfall von Swerdlowsk 1150 · Die Biowaffenlegende von Stalin-  
grad 1155 · Bioterror: Die Milzbrandbriefe 1166 · Angst vor einer Blitzepidemie  
durch Selbstmordattentäter 1176

ANMERKUNGEN 1181

Lepra (Aussatz) 1181

Milzbrand (Anthrax) 1195

Tuberkulose 1208

Cholera asiatica 1230

Diphtherie 1252

Wundinfektionen 1262

Ruhr und Typhus 1276

Pest 1293

Geschlechtskrankheiten 1319

Fleckfieber 1344

Trachom 1362

Malaria	1376
Nagana und Schlafkrankheit	1401
Pocken	1415
Tollwut	1435
Ansteckende Gelbsucht (Hepatitis A, Hepatitis B sowie Leptospirosen)	1446
Gelbfieber (Yellow Fever, Vomito negro)	1454
Grippe (Influenza) und Englischer Schweiß	1466
Krätze (Skabies)	1478
Das Blutwunder	1482
Die Tanzwut	1487
Papageienkrankheit	1497
Seuchen, biologische Kriegführung und Bioterror	1500
Literaturangaben	1505
Personenregister	1519



---

## EINLEITUNG

Der lange und schwierige Weg der kontagionistischen Idee  
bis zur mikrobiologischen Ära

»Die Geschichte der Wissenschaften ist eine große Fuge, in der die Stimmen  
der Völker nach und nach zum Vorschein kommen.«  
*Goethe (am 21. Oktober 1807) zu seinem Sekretär Riemer.*

Der prähistorische Mensch, dessen Leben aus einem ununterbrochenen Kampf gegen die feindliche Umwelt bestand, betrachtete akut auftretende Infektionskrankheiten wahrscheinlich als ein fremdes Wesen, das einen plötzlich – wie ein wildes Tier – »befallen« kann. Diese ontologische Krankheitsvorstellung spiegelt sich deutlich in verschiedenen Redewendungen und Wortbildern der meisten Sprachen wider. Wenn man heute etwa davon spricht, daß jemand von einer Krankheit »befallen«, »ergriffen«, »betroffen« wurde, daß das Fieber »kommt« und »geht«, daß eine Seuche »ausbricht« (wie ein Raubtier aus dem Käfig), so denkt kaum noch jemand daran, daß diese Ausdrücke Reminiszenzen aus einer Zeit sind, für die Mensch und Krankheit im ontologischen Sinne als zwei völlig verschiedene Dinge galten. Man glaubte an nächtliche Fiebergeister und Dämonen (Alpe) als »Verursacher« der im Schlafauftretenden Brustbeklemmungen, wie man sie besonders nach Magenüberfüllung oder bei Angina pectoris-Anfällen schreckvoll träumend erlebt und die man heute noch in Erinnerung daran »Alpdruck« nennt. Ferner glaubte man, es gäbe Dämonen, die den Menschen durch Hieb, Stich oder Schuß verletzen könnten; daher hieß der plötzlich einsetzende Schmerz bei Rippenfell- und Lungenentzündung »Alpstich« und bei Lumbago oder Bandscheibenverschiebung »Hexenschuß«.

Ein Mensch, der seiner Umgebung von Kindheit an mit seinen Gewohnheiten und seiner Lebensart wohlvertraut ist, verändert bei manchen Infektionskrankheiten im Fieberwahn schlagartig und unmotiviert sein Wesen. Er ist nicht mehr ansprechbar, tobt und schlägt um sich, will alles zerstören. Da Krankheit als etwas Fremdes galt, das in den Kranken eindringen und von seinem Körper sogar Besitz ergreifen konnte, hoffte man auch, es wieder austreiben zu können. Wie man mit Feuer, Rauch und Lärm gefürchtete Raubtiere zu verscheuchen suchte, wollte man den Krankheitsdämon durch Räucherung und Lärm aus dem »Besessenen« austreiben. Aus dieser An-

schauung rühren die uralten zeremoniellen geisterabwehrenden Räucherungen. Auch die Räucherung mit Schwefel, die man heute in Unkenntnis der Vorgeschichte oft als Desinfektionsmaßnahme deutet, hatte zunächst einen magischen Ursprung. Man glaubte damit, ähnlich wie auch mit Weihrauch, böse Geister verscheuchen zu können. Auch die altorientalischen Kulturvölker wie die Babylonier glaubten, daß Seuchen und akute Krankheiten durch Dämonen bedingt waren. Um sie auszutreiben, nahm ein Beschwörungspriester (âshipu) mit der magischen Kraft des Wortes das genau vorgeschriebene Ritual des Exorzismus vor.

Für die Juden galt der Glaube an Krankheitsdämonen als Sünde. Der Monotheismus mit seinem geläuterten Kult duldete keine Dämonen und Beschwörungen. Jahwe hatte seine Gebote offenbart; wer sie befolgte, wurde belohnt, wer sie übertrat, bestraft. Krankheit galt demnach als Strafe und der Kranke als Sünder. Die Verletzung der »Reinheitsgebote«, die bei keinem antiken Volk so ausgeprägt waren wie bei den Juden, diente oft als Erklärung für den Grund einer Erkrankung. Da waren z. B. die Speisegebote. Als Nahrung war nur Fleisch »reiner« Tiere (Wiederkäuer und Tiere mit gespaltenem Huf) erlaubt. Am bekanntesten ist das Schweinefleischverbot. Zugleich wurde im 17. Kapitel des Buches Levitikus unter Androhung der Todesstrafe der Genuß von Blut verboten!

Für die Seuchengeschichte sind von besonderem Interesse die Reinheitsgebote, die sich auf Hautkrankheiten und auf Ausflüsse aus den Genitalien bezogen. Im Alten Testament wird im Buch Levitikus (13 u. 14) unter dem Namen Zazaath eine Hautkrankheit behandelt, die später als Aussatz übersetzt wurde. In Wirklichkeit ist Zazaath ein Sammelbegriff für verschiedene Hautkrankheiten, wie z. B. Lupus, Favus, Psoriasis, Vitiligo und sonstige Dermatosen, die auf dunkler Haut helle Flecken erzeugen. Ein Hautkranker wurde von den Priestern im kultischen Sinne für unrein erklärt. Damit war er vom Gottesdienst ausgeschlossen. Und da man die Unreinheit für ansteckend hielt, galt er als »unberührbar«, als »gezeichnet«. Jeder, der einen »Unreinen« berührte, wurde selbst »unrein« und konnte die »Unreinheit« durch Berührung auf weitere Menschen, ja sogar auf Lebensmittel und Gegenstände übertragen. Daher pflegte man den »Unreinen« so lange aus der Gemeinschaft auszuschließen, bis die Veränderungen auf seiner Haut abgeklungen waren. Mit dieser kultischen Lehre von der Unreinheit tabuisierter Personen und Gegenstände ist der Gedanke der Ansteckung zum ersten Mal bei einem Volk in Erscheinung getreten. Man hütete sich, »unreine« Dinge zu berühren, um sich nicht zu »beflecken«. Hier haben wir, zwar in kultischer Verkleidung, zum erstenmal den Begriff der Kontagiosität, der den übrigen antiken Kulturvölkern, auch den Griechen und Römern (mit Ausnahme einzelner) unbekannt blieb. Die alttestamentarischen

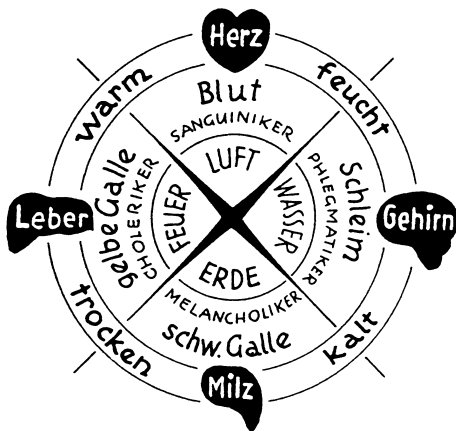
Maßnahmen im Falle von Zaraath bilden die Keimzelle unserer seuchenprophylaktischen Bestimmungen einschließlich der Meldepflicht und Absonderung.

Auch bei den Griechen wurden ursprünglich Seuchen, wie sie z. B. Homer zu Beginn der Ilias (I, 44–52) schildert, als göttliche Strafen dargestellt. Apollo und seine Schwester Artemis waren es, die mit ihren Pfeilen Tod und Verderben über die zu Bestrafenden brachten. Folglich genossen auch Priesterärzte zunächst ein hohes Ansehen. Doch schon zur Zeit des Perikles sank das Ansehen der Asklepiospriester bei den gebildeten Griechen. In seiner Komödie »Plutos« verspottet Aristophanes (450–385 v. Chr.) in derb sarkastischer Art die habgierigen Priesterärzte samt ihrer Inkubationskur beim geheimnisvollen Tempelschlaf.

Fast um die gleiche Zeit hat sich ein hippokratischer Arzt in seiner Schrift »Über die heilige Krankheit« (Περὶ ἱερῆς νόσου) entschieden von der Tempelmedizin und deren Anschauung distanziert, wonach Krankheiten auf übernatürliche, göttliche Einwirkung zurückzuführen seien.

»Nach meiner Ansicht«, schreibt er, »ist diese Krankheit (d. h. die Epilepsie) in gar keiner Beziehung göttlicher oder heiliger als die anderen Krankheiten, sondern das Wesen ihrer Entstehung ist dasselbe wie bei den anderen Krankheiten ... Ich bin der Ansicht, daß die Menschen, die zuerst diese Krankheit für eine heilige ausgegeben haben, Leute gewesen sind, wie es solche auch heute gibt, nämlich Schwarzkünstler, Sühnepriester, Marktschreier und Aufschneider, die nur so tun, als wären sie gottesfürchtig und als wüßten sie mehr als die anderen ...« (1. und 2. Kapitel)

Die hippokratische Medizin beruht auf der Empirie am Krankenlager, die man mit naturphilosophischen Theorien verschmolz. Sie ist der erste Versuch einer wissenschaftlichen Krankheitslehre und somit der Anfang einer



Schematische Darstellung zum Verständnis der antiken Humorallehre, mit dem das Verhältnis zwischen den vier Elementen (Wasser, Erde, Feuer, Luft), den vier Kardinalsäften (Schleim, Schwarze Galle, Gelbe Galle, Blut) samt ihren Eigenschaften und den vier Jahreszeiten veranschaulicht wird. Später hat man mit den verschiedenen Säften auch das Zustandekommen der vier Temperamente erklärt. (Schema: R. Herrlinger)

wissenschaftlichen Medizin überhaupt. In Anlehnung an die vier Grundelemente des Empedokles: Wasser, Luft, Feuer und Erde mit den Qualitäten kalt, warm, trocken, feucht, entwickelten die Hippokratiker eine Theorie von den vier Kardinalsäften des menschlichen Körpers: Schleim (Phlegma), Blut (Haima, sanguis), gelbe Galle (Chole) und schwarze Galle (Melaina chole) mit den gleichen Qualitäten. Damit schlugen sie eine Brücke zwischen Mensch (Mikrokosmos) und Umwelt (Makrokosmos). Als Ursprungsstätte für den Schleim (Phlegma) hielten sie das Gehirn, für das Blut (Haima, Sanguis) das Herz, für die gelbe Galle (Chole) die Leber und für die hypothetische schwarze Galle (Melaina chole) die Milz.

Die Hippokratiker glaubten, daß eine gute Mischung (Eukrasie) der vier Säfte einen Gleichgewichtszustand bedingt, der sich als Gesundheit äußert. Erfolgt jedoch eine Störung des Säftegleichgewichts, so daß sich die Eukrasie in eine Dyskrasie umwandelt, so tritt ein Zustand ein, der als Krankheit empfunden wird. Bei der Genesung soll durch Fieber der im Übermaß vorhandene oder verdorbene Säfteanteil durch einen Vorgang, den man mit der Kochung (Pepsis) verglich, umgewandelt und als »gereifte« *materia peccans* von selbst im Stuhl, Schweiß, Eiter etc. ausgeschieden werden. Sonst müßte er künstlich durch Aderlässe, Schwitzen, Verabreichung von Brech- und Abführmitteln eliminiert werden. Für die Säftelehre waren daher genaue anatomische Kenntnisse nicht erforderlich.

Der hippokratische Arzt war bei der Untersuchung seiner Kranken bestrebt, möglichst viele Symptome zu erfassen, um aus ihrer Auswertung nicht die von uns erwartete Diagnose, sondern die Prognose für das Schicksal seines Patienten zu stellen. Der Hippokratiker schrieb keine Krankheitsgeschichte, sondern Krankengeschichte. Sein Patient verlangte eine Prognose. Die Diagnose konnte er nicht kontrollieren, wohl aber die Prognose. Und so hing das Ansehen des Arztes, das Vertrauen, das ihm entgegengebracht wurde, weitgehend von seiner prognostischen Kunst ab.

Im Falle einer Infektionskrankheit stellte der Hippokratiker keine ätiologischen Überlegungen an, denn aufgrund der Säftelehre galt für ihn jede Krankheit, auch wenn sie lokalisiert war, in erster Linie als eine Allgemeinerkrankung, als eine Störung im Gleichgewicht der vier Humores, bei der es vor allem die *materia peccans* zu eliminieren galt. Die Störung der Säftemischung konnte durch das Verhalten des Patienten (Diätfehler) oder durch Einflüsse der Umwelt bedingt sein. Da den Hippokratikern der Gedanke einer Ansteckung fremd war, konnten sie allerdings das Zustandekommen von Seuchen mittels der Viersäftelehre nicht deuten. Denn während die übrigen Krankheiten Angelegenheiten des Einzelnen waren und man sie vielfach aus der Lebensführung des Betroffenen zu verstehen glaubte, wurden von einer Seuche ganze Menschengruppen gleichzeitig und plötzlich betref-

fen. Sobald man in solchen Fällen anfang, nach natürlichen Ursachen zu suchen, mußte man notgedrungen zunächst Veränderungen in dem alle gleichmäßig umgebenden Medium, der Luft, vermuten. Demgemäß heißt es in einer hippokratischen Schrift:

»Wenn viele Menschen von einer Krankheit zu derselben Zeit befallen werden, so muß man dem die Schuld beimessen, was im weitesten Sinne allen gemeinsam ist und was alle am meisten gebrauchen. Das ist aber dasjenige, was wir atmen.« »Über die Natur des Menschen« (Περί φύσιος ἀνθρώπου, c. 10).

Das Wort »Miasma« (μίασμα), das in solchen Fällen in hippokratischen Schriften vorkommt, ist der kultischen Sprache entlehnt und bedeutet dort »Befleckung«. Man trat vermeintlichen miasmatischen Luftverunreinigungen mit einer Maßnahme entgegen, die kathartischen Riten der Priestermedizin entlehnt war: der Räucherung. Den als Miasma bezeichneten Krankheitsstoff dachte man sich als etwas aus Fäulnis und Verwesungsprozessen Hervorgegangenes, als eine in die Luft gelangte gasförmige Substanz, wobei es sich entweder um Ausdünstungen aus dem Erdinnern oder um Zersetzungen auf der Erdoberfläche handeln sollte.

Während die griechische Medizin, befangen von der Viersäftelehre, niemals zu einer klaren Vorstellung über das Wesen der Infektion kam, hat der Feldherr und Historiker Thukydides als scharfsichtiger Laie, frei von den Scheuklappen der Humoraltheorie, in seiner »Geschichte des Peleponnesischen Krieges« in Zusammenhang mit der miterlebten attischen Seuche über eine Reihe epidemiologischer Phänomene berichtet, die eindeutig für Ansteckung und deren Folgen sprechen. So heißt es bei ihm, daß sich die Menschen gegenseitig ansteckten, »einer durch die Pflege des andern« und »wie die Schafe dahinstarben« (II, 51). Besonders interessant ist vom Standpunkt des Immunologen aus die Beobachtung, daß »sich der Kranken und Sterbenden am meisten diejenigen annahmen, die die Krankheit überstanden hatten, ... denn zweimal ergriff keinen die Seuche derart, daß er an ihr hätte sterben müssen« (II, 51). Aus diesen Worten geht klar hervor, daß man bereits die Immunität bei den Genesenen erkannt hatte.

Es ist verständlich, warum die anatomielose, hippokratische Medizin, die in Zusammenhang mit Sport- und Kriegsverletzungen auf dem Gebiet der kleinen Chirurgie, besonders aber in der Behandlung von Knochenbrüchen und Gliederverrenkungen Großes leistete, ohne genaue anatomische Kenntnisse des Gefäßverlaufs blutige Operationen peinlichst gemieden hat, so daß schwierige chirurgische Eingriffe, wie das Steinschneiden (Entfernung von Blasensteinen, indem die Harnblase von außen aufgeschnitten wurde) durch den hippokratischen Eid ausdrücklich verboten waren. Da bei der

Unkenntnis der Gefäßunterbindung bei großen Eingriffen Verblutungsgefahr drohte, amputierten die Hippokratiker nur solche Glieder, die durch Brand abgestorben waren, und setzten dabei im brandigen, also nicht mehr blutenden Gebiet ab. Natürlich waren diese viel zu späten Amputationen nie lebensrettend, weil der Brand bzw. die Phlegmone als fortschreitende Sepsis jenseits der Operationsfläche weiterging. Unter dem Einfluß der Humorallehre vertraten die Hippokratiker gerade bei den komplizierten Verletzungen, z. B. Lanzen- und Pfeilwunden, die gefährliche Ansicht, daß deren Ausheilen nur durch Eliminierung der »materia peccans«, d. h. durch Eiterung erfolgen könne, die man daher nicht verhindern, sondern sogar anregen sollte.

Es ist interessant, wie später auch in Rom scharf beobachtende intelligente Laien in bezug auf das Zustandekommen von Infektionskrankheiten, wie z. B. die Malaria, auf Ideen kamen, von denen wir heute fasziniert sind, die aber die von den Griechen beherrschte »offizielle« Medizin überhaupt nicht zur Kenntnis nahm. So schrieb ein logisch denkender römischer Laie, Marcus Terentius Varro (116–27 v. Chr.), dessen Blick nicht von den Scheuklappen medizinischer Theorien eingeengt war, in seiner Abhandlung »Über die Landwirtschaft«:

»Überall dort, wo es Sümpfe gibt, entwickeln sich aus diesen kleinen Tierchen, die unsichtbar dem Auge, vermittels der Luft durch Nase und Mund in den Körper gelangen und schwere Krankheiten verursachen.« (Rerum rusticarum, I, 12, 2)

Im Lehrgedicht »De rerum natura« des römischen Dichters Lukrez (†56 v. Chr.) kommt bereits der Begriff »semina morbi« vor. Hier klingt zum erstenmal die Idee an, daß Mikroorganismen eine Infektionskrankheit hervorrufen können. Diese umfaßte wesentlich mehr, als der Miasmagedanke der griechischen Ärzte im Zusammenhang mit Sumpffieber. Da man jedoch die vermuteten Erreger nicht durch optische Vergrößerung sichtbar machen konnte, war an eine Erforschung von Infektionskrankheiten in der Antike nicht zu denken.

Als es 166 n. Chr. in Rom zu einem heftigen Seuchenausbruch kam, floh der berühmteste griechische Arzt Galenos (131–201) Hals über Kopf aus der Stadt, obwohl seine Ernennung zum Leibarzt von Kaiser Marc Aurel bevorstand. Wahrscheinlich war es das vermutete Miasma, vor dem er floh, denn über Kontagiosität kommt in seinen zahlreichen Schriften nichts vor. An seiner humoralmedizinischen Überzeugung lag es auch, daß Galen inmitten der an Sittenlosigkeit kaum zu überbietenden römischen Gesellschaft nicht einmal die Kontagiosität der in der Antike am häufigsten vorkommenden

Geschlechtskrankheit, der Gonorrhoe, wahrnehmen mochte. Der griechische Terminus »Gonorrhoea«, der in der alexandrinischen Epoche geprägt wurde und zu deutsch »Samenfluß« bedeutet, läßt erkennen, daß man damals noch nicht zwischen dem echten Abgang von Samenflüssigkeit und der schmerzhaften Eiterung der Harnröhre (der Gonorrhoe im modernen Sinn als Geschlechtskrankheit) unterscheiden konnte. Von Galen erfahren wir, daß der »Weißfluß« (Fluor albus) damals unter den römischen Damen ebenso verbreitet war wie bei den Männern die Gonorrhoea. Er schrieb beiden »lästigen Erscheinungen« einen »wohlthätigen Einfluß« zu, indem sie den Körper von »schlechten Säften reinigten«. Obwohl Galenos von einem Patienten erfuhr, daß seine Geschlechtspartnerinnen genau so wie er selbst an »Ausfluß« mit brennenden Schmerzen litten, brachte er diese Krankheit mit dem Geschlechtsverkehr nicht in Verbindung. Er riet den Patienten nur, keine Speisen zu genießen, die eine derartig beißende Beschaffung des Samens herbeiführen könnten. Intelligente römische Laien hatten die Kontagiosität jedoch genau erkannt.

Galen bewunderte Hippokrates und seine Viersäftelehre. Doch seit Hippokrates waren über 500 Jahre vergangen. Inzwischen hatten hellenistische Ärzte in Alexandria, vor allem Herophilus und Erasistratos, im 3. Jahrhundert v. Chr. das Neuland der Anatomie betreten und wichtige Erkenntnisse über innere Organe, Blutgefäße und Nerven gewonnen. Die Fülle der neuhinzugekommenen Erkenntnisse war kaum zu übersehen. Man benötigte eine Theorie, um das Wissen übersichtlich zu ordnen, damit es lehrbar wurde. Galenos versuchte, die in Alexandria gewonnenen Erkenntnisse auf dem Gebiet der Anatomie, Physiologie und Pathologie mit der Viersäftelehre in ein spekulatives, oft auf unrichtigen Analogien beruhendes System zu bringen. Dabei verquickte er seine physiologischen Erläuterungen über die Funktion bestimmter Organe im aristotelischen Sinn mit teleologischen Vorstellungen. Dadurch erhält man den Eindruck, als habe ein Schöpfer jedes Organ für einen besonderen Zweck geschaffen, aus dem seine Funktion hergeleitet werden könne. Kein Wunder, daß seine Äußerungen später bei den monotheistischen Moslems und Christen als unantastbare, sakrosankte Wahrheiten galten, die jahrhundertlang jegliche Weiterentwicklung verhinderten. Obwohl Galens Vorstellungen oft falsch, ja geradezu abenteuerlich waren, wie die über die Blutbewegung im menschlichen Körper, wagte bis Vesal und Harvey niemand, daran zu zweifeln.

Nach Galens Vorstellung gelangt der im Magen bereitete Speisebrei durch die Pfortader zur Leber, wo er in Blut verwandelt wird, welches durch die Venen in zentrifugal gedachter Strömung direkt im Körper verteilt wird. Ein Teil des Blutes gelangt von der Leber in das rechte Herz und durch vermutete Poren der Herzwände in das linke Herz, wo es sich dem durch die

Lunge eingeatmeten, in das linke Herz strömenden Pneuma beimischt und mit diesem durch die Arterien in den Körper getrieben wird. Als Dialektiker verstand er es, alle Lücken des Verständnisses elegant mit theoretisch-spekulativen, aber einleuchtenden Erklärungen zu schließen. So kodifizierte er oft in seinen zahlreichen Schriften humoralpathologische Irrlehren, wie die aus der Viersäftelehre stammende skurrile Theorie, wonach die Eiterung der Wunde ein natürlicher, wünschenswerter Reinigungsprozeß von der *materia peccans* sei, den der Arzt auch künstlich zu unterstützen oder sogar hervorzurufen habe. Diese im Sinn der Humorallehre konzipierte Theorie vom »guten und lobenswerten Eiter« erstarrte zum Dogma, das bis ins 19. Jahrhundert eine aseptische Wundbehandlung verhinderte.

Galen hat auch die mit der Humorallehre zusammenhängende Konstitutionslehre kodifiziert, die bis in das 19. Jahrhundert bei vielen Infektionskrankheiten, wie bei der Tuberkulose, das größte Hindernis für die Akzeptanz kontagionistischer Vorstellungen und der sich daraus ergebenden seuchenprophylaktischen Maßnahmen war. Die Humorallehre von den vier Kardinalsäften und den zugehörigen Kardinalorganen mit ihren Korrespondenzen im Makrokosmos und ihren sogenannten Grundqualitäten bot die theoretische Grundlage für die Vorstellung, wonach in jedem Menschen – trotz harmonischer Säftemischung – einer von den vier Kardinalsäften dominiert und damit die Gemütsart, das Temperament, die Konstitution des Menschen bedingt. Das phlegmatische Temperament beruht auf dem Überwiegen des Schleimes, der (wie das Element Wasser) kalt und feucht ist; das sanguinische auf dem des Blutes, das (wie die Luft) warm und feucht ist, das choleriche auf dem der gelben Galle, die (wie das Feuer) warm und trocken ist, das melancholische auf dem der »schwarzen Galle«, die (wie die Erde) kalt und trocken ist.

Auf die Frage, warum bei einer miasmabedingten Epidemie nicht alle erkranken, hatte man die Antwort: Weil die *Krasis* (Mischung) der Säfte bei den Menschen unterschiedlich ist. Die Konstitutionslehre beeinflusste das Denken und Handeln der Ärzte weit über das Mittelalter hinaus. Wenn sie vor einem Kranken standen, interessierte sie zunächst nicht die Art der Krankheit, sondern der Typ des Patienten. Denn dieser wurde zur Basis für die Bewertung der Symptome und der Therapie. Die sich daraus ergebenden Streitereien zwischen mehreren Ärzten am Krankenbett wurden noch von Molière persifliert.

Die Schriften von Hippokrates und Galen kamen erst später auf dem Umweg über die Araber in das christliche Abendland. Als die Araber im 7. Jahrhundert n. Chr. im raschen Siegeszug Vorderasien, Nordafrika, Spanien und Süditalien eroberten, stießen sie in den einst hellenisierten Gebieten auf Schriften von griechischen Gelehrten, die sie ins Arabische überset-



zen ließen. Dabei gefielen ihnen, besonders wegen ihrer teleologischen Einstellung, die Schriften von Aristoteles und Galen. War es doch Galen gelungen, seine zweckbestimmten Heilmethoden mit der Viersäftelehre so geschickt zu verknüpfen, daß es den Anschein erweckte, als wären sie ein Teil des Schöpfungsplanes. Es war daher für die monotheistischen Moslems verhältnismäßig leicht, der Galenischen Lehre zuzustimmen und sie in einer entsprechenden Bearbeitung zu übernehmen. Dies erfolgte besonders durch den großen persisch-arabischen Arzt Avicenna (980–1037), der als Systematiker aus dem schier unüberschaubaren Lehrstoff des Galen mit dem »Kanon der Heilkunde« das bedeutendste medizinische Lehrbuch des Mittelalters schuf, das später in lateinischer Übersetzung die medizinische Literatur des Mittelalters und der ersten Jahrhunderte der Neuzeit autoritativ beherrschte.

Im Zuge der rasanten Verstärkung seit Beginn der Kreuzzüge entstanden überall im christlichen Abendland Universitäten, an denen es auch medizinische Fakultäten gab, so in Bologna (1113), Paris (um 1150), Oxford (1167), Montpellier (1220), Padua (1222) und Prag (1348). Da man sich an den Universitäten des Lateinischen als der Kultursprache des christlichen Abendlandes bediente, hatten diese Institutionen praktisch internationalen Charakter, so daß man an ihnen sowohl Professoren als auch Studenten aus allen Ländern fand. Den größten Einfluß auf die damaligen Universitäten hatte die Kirche, die im Geist der Scholastik nicht nur in der Philosophie, sondern auch in der Medizin nur eine Magd der Theologie sah.

Die Scholastik hatte – wie bei den Moslems – die Lehren des Aristoteles und Galenos nicht zuletzt wegen ihrer teleologischen Tendenz in das christliche Glaubenssystem eingefügt. Was Aristoteles für die spätmittelalterliche Philosophie war, bedeutete Galen samt seinem arabischen Interpreten Avicenna für die Heilkunde jener Zeit. Galenos und Avicenna galten als unfehlbare, unantastbare Autoritäten, so daß man ihnen mehr traute als den eigenen Augen. Ihre Schriften gehörten bis ins 16. Jahrhundert zum sakrosankten, ärztlichen Universalevangelium. Dieses vollendete, abgerundete System ließ jedes weitere Nachdenken als unangebracht erscheinen. Trotz des Aufbäumens einzelner Ärzte kam die medizinische Empirie nicht zur Geltung.

Da Galen gelehrt hatte, daß der Harn »Abbild des Leberblutes« sei, und daß man daher nach Farbe, Konsistenz und Geruch des Urins die Zusammensetzung der jeweiligen Säftebeimischung bei einem Patienten beurteilen könne, erhielt die Harnschau im Mittelalter eine ungeheure Bedeutung. Das Harnglas galt geradezu als Symbol des ärztlichen Standes. Mit Hilfe der Harnschau erkühnten sich manche Ärzte, ohne den Patienten selbst gesehen zu haben, die Therapie zu bestimmen. Da laut der Humoralmedizin die

Erkrankungen auf eine Säfteverderbnis zurückgingen, sollte man den verdorbenen Säfteanteil, die *materia peccans*, durch Aderlässe, Purgantien, Erbrechen und Schwitzen eliminieren. Doch die Araber hatten die Viersäftelehre noch mit astrologischem Beiwerk überliefert. Die Viersäftelehre, verquickt mit der galenischen Konstitutionstheorie und der arabischen Astrologie, war ein äußerst kompliziertes System, das bei uneingeweihten Laien den Eindruck hoher Gelehrsamkeit erweckte. Es liegt nahe, daß die indoktrinierten Humoralmediziner ihr mühsam erworbenes lukratives Scheinwissen gegen jeden Zweifel an der Viersäftelehre als Grundlage ihres Einkommens entschieden bekämpften.

Mit dem vermehrten Auftauchen von Seuchen im Mittelalter erkannte man bald die direkte und indirekte Ansteckung von Mensch zu Mensch. Der in Montpellier lehrende schottische Arzt Bernhard Gordon zitiert 1305 in seinem medizinischen Handbuch »*Lilium medicinae*« einen an das »Regimen Sanitatis Salernitanum« sich anlehrenden »epidemiologischen Merkurs«, in dem acht für ansteckend gehaltene Krankheiten aufgeführt werden. Er lautet: »*Febris acuta, phthisis, pedicon, scabies, sacer ignis, anthrax, lippa, lepra nobis contagia praestant.*« (»Akutes Fieber, Schwindsucht, Fallsucht, Krätze, Erysipel bzw. Mutterkornbrand, Milzbrand, Trachom, Lepra sind uns als ansteckend bekannt«.) Von diesen Krankheiten ergriff man nur bei der Lepra mit ihren abstoßenden, schaudererregenden Hautentstellungen unter Hinweis auf die alttestamentarischen Gebote die Absonderung der Erkrankten mit drakonischer Härte. Als Mitte des 14. Jahrhunderts plötzlich die Pest über das Abendland hereinbrach, erwiesen sich die an ein Miasma glaubenden Ärzte als völlig hilflos. Aber auch die aus Angst vor Ansteckung ergriffenen Absperrungsmaßnahmen der Städte, die von den besonders gefährdeten mediterranen Hafenstädten durch Quarantäne für verdächtige Personen und Waren verschärft wurden, brachten nicht immer den erhofften Schutz. Auch in den darauffolgenden Jahrhunderten versagten sie oft.

Als nach der Entdeckung Amerikas die Syphilis verheerend in Europa ausbrach, offenbarte sich schonungslos die Ohnmacht der Humoralmedizin. Hier blieben die sonst so redseligen Autoritäten stumm, hier versagte der sonst alles wissende, alles erklärende Galen. Auch Avicenna schwieg über die neue Seuche. Da die Syphilis ursprünglich (bei einer undurchseuchten Bevölkerung) durch abstoßende Hautgeschwüre für jedermann erkennbar war, wurde ihr ansteckender Charakter schnell erkannt. Man hielt sie für eine Art von Krätze. Auf dem ersten Flugblatt über die Lues aus dem Jahre 1496 wird sie »*Scabies grossa*« (»dicke Krätze«) bezeichnet. Auf der Abbildung, die angeblich von Dürer stammt, sieht man einen pustelübersäten Landsknecht. Da man bei der Krätze seit jeher unter dem Einfluß der Araber mit gutem Erfolg eine Quecksilbersalbe (»*Unguentum sarazenicum*«) be-

nutzte, schmierten rohe Empiriker (Barbierchirurgen) mit dieser Salbe die Hautausschläge ein, zum Entsetzen der gelehrten Ärzte, verpönte doch Galen das Quecksilber als »kaltes Gift«. Doch die Wirkung war überraschend und erfolgversprechend. Da die ersten Infizierten meist Söldner und Dirnen waren, sperrte man sie vielerorts in die leerstehenden Leprosorien, wo sie von Barbierchirurgen behandelt wurden. Unter dem Einfluß der galenischen Säftelehre glaubte man die heilende Wirkung der Quecksilbersalbung durch Inhalation von Quecksilberdämpfen zu steigern und durch erhöhte Speichelabsonderung die vermeintliche *materia peccans* aus dem Körper zu eliminieren. Dabei kam es überall zu schweren und schwersten Quecksilbervergiftungen.

Paracelsus (1493–1541), der seit jeher gegen die spekulative galenisch-arabische Säftelehre Sturm lief und in Basel zur Belustigung seiner Studenten das sakrosankte »Canon« des Avicenna öffentlich verbrannte, war über diese Kurpfuscherei entsetzt. Versuchte er doch, in der Chemie bewandert wie wenige seiner Zeit, diesen Forschungszweig der Therapie dienstbar zu machen. Er lehrte die Verwendung von Schwefel, Antimon, Quecksilber, Arsen und Gold in ihren verschiedenen Verbindungen. Als man ihm vorwarf, er gebe den Kranken Gift, erwiderte er: »Alle Dinge sind Gifft und nichts ohne Gifft. Allein die Dosis macht, daß ein Ding kein Gifft ist.« Auf das wirksame Prinzip käme es an, das man aus den Rohstoffen herausholen muß: »Ich scheid das, das nicht Arcanum ist, von dem, das Arcanum ist und gebe dem Arcano seine rechte Dosis.« Als Ideal der Therapie schwebte ihm die spezifische Behandlung vor.

1546, fünf Jahre nach dem Tod von Paracelsus, veröffentlichte der Veroneser Arzt Fracastoro (1478–1553) sein bahnbrechendes Werk »De contagionibus et contagiosis morbis et eorum curatione« (»Von den Kontagien, den kontagiösen Krankheiten und deren Behandlung«). Im Gegensatz zur vorherrschenden Humoral- und Miasmalehre führte er die Entstehung von Infektionskrankheiten auf Kontagien zurück, die er »Seminaria morbi« (Samen der Krankheit) oder »Seminaria contagionis« (Samen der Ansteckung) nannte. Dabei unterschied er drei Formen der Infektion: *per contactum* (durch Berührung), *per fomitem* (durch verunreinigte Gegenstände, z. B. Kleider, Bettwäsche) und *ad distans* (auf Entfernung). Während nach Galen und seinen scholastischen Nachbetern für Entstehung einer Infektionskrankheit eine bestimmte Konstitution des Betroffenen nötig sein sollte, war Fracastoro der Meinung, »daß ein Mensch von ausgeglichenem Säftebestande und völliger Gesundheit gleichwohl irgend eine Infektion von einem anderen empfangen kann. Die Keime allein sind ausreichend, die Ansteckung zu vermitteln«. (I. Buch, 12. Kap.) Er beschreibt eine ganze Reihe von Infektionskrankheiten, wie Pest, Fleckfieber, Pocken, Masern, Tollwut, Tu-

berkulose. Übrigens prägte er bereits 1530 den Krankheitsnamen »Syphilis« in seinem Lehrgedicht »Syphilis, sive morbus gallicus«.

Zu einer Zeit, als es noch kein Mikroskop gab, beschrieb er intuitiv die Erreger als kleinste Lebewesen, bei denen er schon eine gewisse Spezifität annahm. Doch die Erkenntnis der Infektiosität vieler Krankheiten, die einen großen Fortschritt bedeutete, wurde von den meisten Ärzten nicht beachtet, weil sie nach wie vor als Ursache eine Säfteverderbnis vermuteten. Die Entdeckung der pathogenen Mikroorganismen 300 Jahre später bestätigte jedoch im wesentlichen Fracastoros scharfsinnige Überlegungen über die »Seminaria morbi«. Da es den Kontagionisten nicht gelang, den ätiologischen Nachweis bei den Infektionskrankheiten substantiell zu erbringen, blieb die galenische Säftelehre auch weiterhin vorherrschend.

Doch in der Zwischenzeit wurde von einer ganz anderen Seite aufgrund von eigener Beobachtung und selbsterworbener Erfahrung »das Brecheisen des Zweifels« an die zu Dogmen erstarrten galenischen Lehren angesetzt. Es war der Flame Andreas Vesalius (1514–1564), der zunächst in Paris bei dem galenistischen Anatomen Dubois (J. Sylvius) und dann in Padua studierte, wo er im Dezember 1537, erst 23jährig, zum Professor der Anatomie ernannt wurde. Er begann seine Vorlesungen nach Galen, wobei er immer wieder feststellen mußte, daß dessen Beschreibungen nicht der Anatomie des Menschen entsprachen. Schließlich kam er zu der Erkenntnis, daß Galens Anatomie nicht auf die Sektion von Menschen, sondern auf die Sektion von Affen, Hunden und Schweinen zurückgehe. Bei den Zergliederungen konnte er dem »unfehlbaren« Pergamener mehr als 200 Irrtümer nachweisen. Was er bei den zahlreichen Sektionen sah und beschrieb, hielt sein Landsmann Johann Stephan von Kalkar, ein Schüler Tizians, in meisterhaften Holzschnitten fest. In fünf Jahren schuf Vesal sein Monumentalwerk »De corporis humani fabrica libri septem« (»Sieben Bücher vom Bau des menschlichen Körpers«), das 665 Folioseiten mit über dreihundert Illustrationen umfaßt und 1542 in Basel bei Oporinus, einem Freund des Erasmus, gedruckt wurde. Mit diesem Buch, das das anatomische Denken der Ärzte einleitete, sprengte er die Fesseln der scholastisch-galenischen Tradition.

Eine ungeheure Empörung der konservativen galenistischen Anatomen und Ärzte erhob sich gegen den kühnen Neuerer. Sein einstiger Lehrer Jacques Dubois – der übrigens der Meinung war: »Nicht Galen hat sich geirrt, sondern der menschliche Körper hat sich im Laufe der Zeit verändert!« – ging in seiner Wut so weit, daß er seinen einstigen Schüler als Ketzler denunzierte. Vesal, der inzwischen in kaiserlichen Diensten Leibarzt Karls V. geworden war, bezweifelte in der zweiten erweiterten Auflage seines Buches (1555) die galenische Auffassung, wonach das Blut aus der rechten Kammer durch nicht nachweisbare Poren der Herzscheidewand in die linke Kammer fließen solle.

Hier knüpfte 50 Jahre später der Engländer William Harvey (1578–1657) an, der von 1599 bis 1603 ebenfalls in Padua studierte. Sein Anatomielehrer war Fabricius d'Aquapendente, der die Venenklappen ausführlich beschrieb, deren Funktion jedoch falsch deutete. Da man damals nach Galen noch meinte, das Blut in den Venen fließe zentrifugal, war Fabricius der Ansicht, die Venenklappen hätten die Aufgabe, ein zu stürmisches Abfließen des venösen Blutes und eine Überlastung der Beine mit Blut zu verhindern. Nach seiner Heimkehr grübelte Harvey über die Entdeckung seines Lehrers in Padua und dessen Deutung in bezug auf die angebliche Funktion der Venenklappen. Bis dahin hatte man aufgrund der galenischen Lehre dem Blut, das in der Leber aus dem Speisebrei gebildet werden sollte, in der Hauptsache eine rein zentrifugale Bewegung peripherwärts nach den Organen zugeschrieben, bei deren Aufbau es an Ort und Stelle verbraucht werden sollte.

Doch Harvey war nicht nur Anatom, er war auch ein Zeitgenosse Galileis, der das quantitative Denken in die Naturwissenschaft gebracht hatte: »Messe, was meßbar ist!« Er fand zunächst, wie Vesal, daß die Herzscheidewand ein solider Muskel war, durch den unmöglich Blut strömen konnte. Bei Tierversuchen sah er ferner, daß mit der Systole, d. h. mit jeder Herzkontraktion, Blut in die Arterien ausgeworfen wurde. Er ermittelte zunächst die Blutmenge, die bei einer Kontraktion das Herz verließ. Dann berechnete er aus der Zahl der Pulsschläge die Gesamtmenge des Blutes, die in einer Stunde aus dem Herzen in die Schlagader geschleudert wurde. Es wurde ihm klar, daß eine so große Blutmenge, die in dieser einen Stunde mehr als das Dreifache des Körpergewichts betrug, in dieser Zeit weder neu gebildet noch an Ort und Stelle aufgebraucht werden konnte. Es gab nur eine Möglichkeit, daß das durch die Arterien aus dem Herzen ausgeworfene Blut durch die Venen zum Herzen zurückfloß. Einen anderen Weg gab es nicht. Harvey bewies nun, daß die Venenklappen den Rückfluß des Blutes in den Venen verhinderten, während die Aortenklappe einen Rückfluß des arteriellen Blutes unmöglich machte. Damit war der Kreislauf des Blutes entdeckt. Aus der linken Herzkammer strömt das Blut durch die Arterien in den gesamten Organismus, geht dort offenbar durch Lücken der Gewebe in die Venen über, fließt in den rechten Vorhof des Herzens und in die Kammer. Von da geht die gesamte Blutmenge in die Lungen, dann in den linken Vorhof und zurück in die linke Kammer. Das Herz ist ein zentrales Pumpwerk. Doch erst nach zahllosen Tierexperimenten an Kaltblütern und Warmblütern veröffentlichte Harvey 1628 seine neue Lehre vom Blutkreislauf: »Exercitatio anatomica de motu cordis et sanguinis in animalibus«. Damit war nicht nur die Anatomie Galens, sondern auch seine Physiologie erschüttert.

Es ist auffallend, daß Harveys Entdeckung in den Kreisen der Humoralmediziner viel mehr Beunruhigung verursachte als Vesals neue Anatomie, in der nur vereinzelte Beobachtungen Galens als unrichtig bezeichnet wurden. Doch die Lehre vom Blutkreislauf brachte die gesamte Viersäftelehre und die alten Auffassungen von Krankheit und Gesundheit ins Wanken. Sie forderte einen radikalen Wandel sämtlicher Vorstellungen von Krankheit. In der Therapie und Prophylaxe der galenischen Viersäftelehre spielten Aderlaß und Purgatien zur Eliminierung der *materia peccans* eine große Rolle. Dabei wurde der Aderlaßkalender zu Rate gezogen, der unter Berücksichtigung astrologischer Gesichtspunkte erkennen ließ, an welchem Tag und an welcher Körperstelle der Aderlaß am günstigsten vorzunehmen ist. Die Zodiakfigur wurde überdies auch regelmäßig im Zusammenhang mit dem Gebrauch von Purgantien berücksichtigt. Bei einem Kreislauf des Blutes wäre der lokale Aderlaß zwecklos gewesen. Da man aber auf die komplizierte und lukrative Methode nicht verzichten wollte, so mußte die neue Theorie falsch sein. Besonders die Dekane der medizinischen Fakultät von Paris, Riolan und Guy Patin, die in ihrer Rückständigkeit gegen alles Neue opponierten, liefen Sturm gegen die neue Entdeckung.

Um 1608 hatte der holländische Brillenmacher Zacharias Janssen durch die bereits 1267 von Roger Bacon erwogene Linsenkombination das zusammengesetzte Mikroskop erfunden, das eine Bikonvexlinse (Sammellinse) und eine Bikonkavlinse (Zerstreuungslinse) enthielt, von denen die erstere als Objektiv, die letztere als Okular diente. Nun konnte man mit geschärftem Auge die Wunder des Mikrokosmos entdecken. Erstaunliche Befunde hatte Antoni van Leeuwenhoek (1632–1723) aus Delft mit selbstgeschliffenen Linsen erzielt. Über alles, was er entdeckte, berichtete er – dank der Vermittlung des Delfter Ovarienforschers Regnier de Graf – in drollig-familiär gehaltenen Briefen an die Royal Society in London. Die hochgelehrten Herren der Gesellschaft rümpften anfangs ihre Nase über den Delfter Rathauspfortner, der da behauptete, mit seinen Mikroskopen etwa 270mal vergrößert in einem Wassertropfen oder in Zahnschleim kleine Lebewesen entdeckt zu haben: »Levende Dierkens ..., die sich sehr lustig bewegen.« (1675) Es waren wohl die ersten Mikroben, die ein Mensch erblickt, beschrieben und abgebildet hat. Doch Leeuwenhoek brachte sie keineswegs mit den damals schon vermuteten mikroskopisch kleinen Krankheitserregern, den Kontagien oder *Seminaria morbi* in Zusammenhang. Alle seine Untersuchungen unternahm er nur um ihrer selbst willen.

Der erste, der bei mikroskopischen Untersuchungen an Krankheitserreger dachte, war der Jesuitenpater Athanasius Kircher (1601–1680). Als während der schweren Pestepidemie in Rom (1656) die meisten Ärzte wie Vogelscheuchen mit einer Schnabelmaske umherstolzten und über die

qualitates occultae der gestörten Säftemischung grübelten, prüfte er mit seinem Mikroskop Blut und Buboneneiter von Kranken und Verstorbenen, um die Seuchenerreger nachzuweisen, von denen einst Terentius Varro geschrieben hatte, sie seien so klein, daß man sie mit bloßem Auge nicht sehen könne. Kircher beobachtete im Mikroskop kleine bewegliche Gebilde, die er in der Überzeugung, die Pesterreger entdeckt zu haben, »vermiculi pestis« bezeichnete. Es ist sicher, daß er die kleinen und unbeweglichen Pestbakterien bei der unzulänglichen Beschaffenheit und zu geringen Vergrößerungsfähigkeit der damaligen Mikroskope nicht sehen konnte. Was er sah, waren vielleicht amöboid bewegliche Leukozyten.

Doch unkritische Mikroskopiker glaubten, auch bei anderen Infektionskrankheiten, wie z. B. Pocken und Syphilis, aus geplatzten Pusteln und eitrigen Geschwüren Würmer als Erreger nachgewiesen zu haben. Die unbeabsichtigte Komik solcher Beobachtungen, die oft dazu angetan waren, die Idee von Kontagion und dessen Anhänger lächerlich zu machen, erreichte ihren Gipfel, als ein gewisser Schulze bei der mikroskopischen Prüfung im Speichel tollwütiger Hunde lauter »lebendige Würmgen mit kleinen Hundeköpfchen« gesehen haben wollte, die er für die Erreger der Tollwut hielt.

Während die einen über diese skurrilen Befunde lachten, meinten die anderen im Sinne der Humorallehre, die Würmer seien ein Produkt der verdorbenen Säfte. Mit anderen Worten, eine Folge der Urzeugung. Man wies darauf hin, daß aus faulendem Fleisch Würmer bzw. Maden entstünden. Diesen Aberglauben widerlegte 1675 der Florentiner Redi, dem es bereits 1668, fast gleichzeitig mit Leeuwenhoek, mit Hilfe des Mikroskops gelungen war, für Würmer und Insekten die Entstehung aus Eiern nachzuweisen. In diesem Fall spannte er über die Öffnung des Gefäßes, in dem er Fleisch faulen ließ, feine Gaze und verhinderte mit dem Zutritt eierlegender Fliegen auch die Madenbildung. Damit war bewiesen, daß die Würmer bzw. Maden nicht, wie bisher angenommen, spontan aus faulendem Fleisch entstehen, sondern von Muttertieren abstammen. Da aber die geringe Bildschärfe und Vergrößerungsfähigkeit der damaligen Mikroskope ein genaueres Differenzieren der vermuteten Erreger nicht ermöglichte, sank das Mikroskopieren mehr und mehr zur Augenergötzung und zum spielerischen Zeitvertreib aristokratischer Dilettanten herab. Schon die äußere Aufmachung der Rokoko-Mikroskope, die verschnörkelte Verzierung des Gestells, die Bemalung des Tubus mit Blumen oder der zu prüfenden Insekten und Infusorien läßt auf den ersten Blick erkennen, daß es sich um ein Spielzeug handelte. Eine besondere Freude hatte man am Gewimmel der mit bloßem Auge nicht wahrnehmbaren Infusorien. Ein beliebtes Experiment war das Aufkochen von Heu-Infus, in dem danach jegliches Leben erlosch. Ließ man das Gefäß mit dem Infus offen stehen und untersuchte es nach einigen Tagen

mikroskopisch, so konnte man sich wieder am ursprünglichen Gewimmel erfreuen. Aber auch, wenn ein abgekochter Aufguß anschließend zugedeckt wurde, wie es Redi bei seinem Experiment zur Fernhaltung von Fliegen tat, kam es zu dem gleichen Ergebnis. Man glaubte im vermeintlichen Phänomen der Urzeugung einen Augenblick der Schöpfung nachzuerleben. Besonders manche naturforschende Theologen vertraten diese Meinung, »denn in der Bibel sey nicht erwähnt, daß Noah auch Infusorien mit in die Arche genommen habe«. Auf diese Weise versuchten sie die Lehre von der Urzeugung aus dem Bereich der kleineren Lebewesen ins schwer nachprüf-bare Reich der Mikroorganismen hinüberzuretten. Kennzeichnend für die damals mikroskopisch undifferenzierbar erscheinenden Mikroorganismen war ihre Einordnung durch Linné (1707–1778) in eine besondere Klasse mit dem Namen »Chaos infusorium«.

Im Jahr 1765 versuchte der Italiener Lazzaro Spallanzani (1729–1799) noch einmal die Lehre von der Urzeugung – inklusive der mikroskopisch kleinen Infusorien – zu widerlegen. Dazu füllte er abgekochte Infusionen in hermetisch verschlossene Gefäße und erhitze sie eine Stunde lang in kochendem Wasser. Die Aufgüsse blieben steril. Diese Erkenntnis machte sich der Pariser Koch Appert zunutze, indem er Nahrungsmittel in Blechdosen abfüllte, die danach hermetisch verschlossen und längere Zeit erhitzt wurden. So entstand die Methode zum Konservieren von Lebensmitteln. Die Keimfreiheit wurde nicht durch das Fernhalten von Luft, sondern durch das Fernhalten von Luftmikroben bedingt.

Die lange erstrebte optische Verbesserung der Mikroskope durch Verringerung des Farbenfehlers der Linsen (chromatische Aberation) konnte erst erfolgen, nachdem man die in den Brechungsgesetzen des Lichts gelegenen störenden Faktoren erforscht und Möglichkeiten zu ihrem Ausgleich gefunden hatte. Um 1830 gelang es durch achromatische (farbfehlerfreie) Linsen bei guter Bildschärfe die Vergrößerung bis zum 500fachen zu steigern und dadurch die mikroskopische Forschung zu intensivieren. So bewiesen 1836 fast gleichzeitig Cagniard de la Tour und Theodor Schwann, daß die alkoholische Gärung durch Hefe, einem Mikroorganismus, hervorgerufen wird, der sich durch Sprossung vermehrt und fortpflanzt. Allein Liebig hielt die Hefe nach wie vor für ein Produkt der Gärung. 1837 berichtete Agostino Bassi über einen Fadenpilz als Erreger einer Seidenraupenkrankheit (Muscardine), und 1839 entdeckte Schönlein ebenfalls einen Fadenpilz (Achorion Schönleini) als Erreger der Haut- und Haarkrankheit Favus.

Unter dem Eindruck dieser Entdeckungen über die Ansteckung durch Mikroorganismen schrieb der Anatom Jakob Henle (1809–1885) in Zürich seine Abhandlung »Von den Miasmen und den Kontagien«, die er 1840 als ersten Abschnitt mit seinen »Pathologischen Untersuchungen« veröffent-



lichte. Während er das »Miasma« als einen rein hypothetischen Begriff ablehnte, definierte er das »Contagium animatum« nicht nur als ein organisches, sondern auch als ein belebtes, vermehrungsfähiges Wesen, das zu dem »angesteckten« Körper im Verhältnis eines parasitären Wesens steht. Zugleich stellte Henle die Postulate auf, die erfüllt sein müssen, um ein Contagium als den Erreger einer Infektionskrankheit anzuerkennen. Infolge des geringfügigen Beweismaterials blieb jedoch Henles Schrift jahrzehntelang unbeachtet, und die auf der galenischen Humoralpathologie beruhende Konstitutionslehre und die Miasmatheorie beherrschte nach wie vor das epidemiologische Denken.

Kennzeichnend für das geringe Interesse einflußreicher medizinischer Kreise am Problem der Ansteckung ist das tragische Schicksal einiger bahnbrechender Forscher um die Mitte des 19. Jahrhunderts und danach. Da ist z. B. der junge Arzt Ignaz Semmelweis, der seit 1846 Assistent an der Wiener Gebärklinik war, die zwei Abteilungen hatte: eine, an der Medizinstudenten, und eine andere, an der Hebammen unterrichtet wurden. An der ersten Abteilung war die Sterblichkeit erschreckend hoch. Semmelweis hielt bereits 1847 das mörderische Kindbettfieber für eine ansteckende Krankheit, hervorgerufen durch die Hände der von Sektionen kommenden Ärzte und Studenten, die er daher zu einer gründlichen Händewaschung in Chlorwasser zwang, ehe sie die Schwangeren zu untersuchen begannen. Obwohl die Sterblichkeit danach wesentlich sank, forderte Semmelweis bald danach eine erneute Händewaschung nach der Untersuchung jeder einzelnen Frau, da das Kindbettfieber nicht nur durch faulige septische Stoffe von der Leiche, sondern auch durch Eiter von einer vorher untersuchten Frau auf die nächste übertragen werden kann. Diese Maßnahme, mit der Semmelweis praktisch die Asepsis vorweggenommen hatte, wurde von seinem Vorgesetzten Professor Klein, der an miasmatisch-tellurische Einflüsse glaubte, als eine »Zumutung« und »fixe Idee« abgetan. Man lachte über ihn wie über einen Geistesgestörten, der sich ewig die Hände wäscht, um einen imaginären Schmutz zu entfernen. Semmelweis, der heute weltweit als »Retter der Mütter« geehrt wird, erntete zu Lebzeiten für seine Erkenntnisse, die bald in Vergessenheit gerieten, nur Hohn, Spott und Mißachtung.

Auf ein ähnliches Unverständnis stieß auch der junge Landarzt A. Pollender, als er 1849 bei einer Milzbrandepidemie in der Nähe von Köln im Blut verendeter Kühe mikroskopisch massenhaft unbewegliche Stäbchen nachweisen konnte, die er im Blut gesunder Kühe nicht fand. Er hatte als erster mit den Milzbrandbazillen einen Seuchenerreger nachgewiesen, doch seine Bemühungen, an einem Universitätsinstitut seine Forschungen fortzusetzen, blieben erfolglos, und auch sein Manuskript aus dem Jahr 1849, das er

erst 1855 veröffentlichte, blieb unbeachtet und wurde erst 1929 von Reiner Müller wiederentdeckt.

Kennzeichnend für die Situation in Deutschland (noch kurz vor dem Erscheinen Robert Kochs) ist auch das Schicksal des genialen jungen Arztes Otto Obermeier, der 1868 die Rekurrens Spirochäte, den Erreger des Rückfallfiebers entdeckt hatte. Er mußte während einer Choleraepidemie 1873 seine Stelle an der Charité bei Virchow aufgeben, weil kein Assistenzarzt länger als zwei Jahre in derselben Stellung verbleiben durfte. Da Obermeier aus Cholera-Stühlen und Sektionsmaterial den damals noch unbekanntem Erreger mikroskopisch nachzuweisen versuchte, führte er nach seiner Entlassung die Untersuchungen unter unzulänglichen Bedingungen in seinem Wohnzimmer fort, wobei er sich infizierte und mit 30 Jahren ein Opfer der Cholera wurde.

Die erste Bresche in das unüberwindlich erscheinende Bollwerk der antikontagionistischen Tradition schlug Anfang der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts eine überragende Persönlichkeit mit höchst schöpferischer Begabung: der französische Chemiker Louis Pasteur (1822–1895). Als er 1854 zum Professor und Dekan der neugegründeten »Faculté des Sciences« in Lille berufen wurde, kam er in das Zentrum der nordfranzösischen Alkoholindustrie. Bald wurde er von einem ortsansässigen Spiritusfabrikanten namens Bigo um die Klärung häufig auftretender Störungen bei der alkoholischen Gärung gebeten. Mit exakt durchgeführten Untersuchungen konnte Pasteur bestätigen, was Cagniard de la Tour und Schwann unabhängig voneinander schon vor 20 Jahren festgestellt hatten: mikroskopisch kleine Lebewesen, runde Hefezellen, sind die Ursache der normalen alkoholischen Gärung. Aber auch bei Gärstörungen fand er stets Mikroorganismen, die an ihrer unterschiedlichen Form und Größe von Anfang an leicht zu erkennen waren. Bigos Sohn, der Pasteur bei seinen Untersuchungen half, schrieb darüber:

»Pasteur hat im Mikroskop festgestellt, daß bei einer gesunden Gärung die Kügelchen (Hefen) rund waren, daß sie sich zu verlängern begannen, wenn die Störung einsetzte und daß sie sich in die Länge streckten, wenn die Gärbrühe infolge von Milchsäurebildung milchig wurde. Diese einfache Methode erlaubte uns, den Gang der Gärung zu überwachen und die früher so häufigen Schwierigkeiten bei der Gärung zu vermeiden.«

Später hat Pasteur beim Studium der Milchsäuregärung noch festgestellt, daß deren Erreger ein Mikroorganismus ist, der viel kleiner ist als die bei der alkoholischen Gärung wirkenden Hefen. Bei der Prüfung der Butter-säuregärung gewann Pasteur die biologisch besonders wichtige Erkenntnis,

daß es Leben auch ohne Sauerstoff gibt. Er stellte hier Mikroben fest, die bei Sauerstoffabschluß wuchsen, und prägte den Begriff »Anaerobier«. Alle diese unterschiedlichen Mikroorganismen hatte er isoliert und für die Untersuchung ihrer Eigenschaften in Nährlösungen weitergezüchtet, wobei er unter anderem feststellte, daß die Mikroben der Fehlgärungen schon durch kurzes Erhitzen der Flüssigkeiten, in denen sie sich befanden, abgetötet werden können. Pasteur, der aus einer Weingegend stammte, hörte dort oft die Weinbauern über ihre Verluste klagen, da der Wein so leicht verderbe. Damals erschien ihm die Fehlgärungen und Krankheiten des Weines rätselhaft. Aber nun kannte er den Grund und zeigte, daß durch minutenlanges Erwärmen des Weines in geschlossener Flasche auf  $55^{\circ}\text{R} = 68^{\circ}\text{C}$  nachträgliche fehlerhafte Zersetzungen verhindert werden können.

Mit diesem einfachen, nach Pasteur benannten Erhitzungsverfahren, das man auch zur Konservierung von Milch und anderer flüssiger Lebensmittel einführte, sind mehr Leben gerettet worden als mit vielen berühmten Medikamenten. Bereits Pasteurs Untersuchungen über die bei Wein und Bier Fehlgärungen bedingenden Mikroben waren dadurch gekennzeichnet, daß er nicht nur die Ursachen eines Übels suchte, sondern zugleich auch Möglichkeiten zu dessen Verhütung. Es war das Studium der Gärungs- und Fäulnisvorgänge, das zuerst die Bedeutung der kleinsten Lebewesen, der Mikroben, kennenlehrt und mit denen Pasteur die grundlegenden Vorarbeiten für die Seuchenerforschung leistete. Die Tatsache, daß jede besondere Art von Gärung durch einen bestimmten Mikroorganismus hervorgebracht wird, legte den Gedanken nahe, daß auch für jede Infektionskrankheit ein spezifischer Mikroorganismus als Erreger in Frage kam.

Inmitten dieser Forschungen, die für die französische Landwirtschaft und Industrie von großer Bedeutung waren, erhielt Pasteur einen Ruf nach Paris. Da bezweifelten Anhänger der Urzeugungslehre die Spezifität der angeblichen Erreger verschiedener Gärungen. Allein der Luftsauerstoff bewirke Gärung und Fäulnis, und die dabei vorkommenden Mikroorganismen entstehen spontan. Damit war das uralte Problem der Urzeugung erneut auf dem Tapet. Obwohl bereits die Entdeckung der Anaerobiose eine deutliche Widerlegung der Lehre von der Urzeugung war, bei der dem Zutritt unveränderten Luftsauerstoffs eine entscheidende Bedeutung zugemessen wurde, entschloß sich Pasteur, mit einem logisch durchdachten Großversuch den endgültigen Gegenbeweis zu erbringen. Bereits bei seinen Gärungsversuchen in Lille hatte er die Notwendigkeit erkannt, Geräte und Lösungen vorher durch Kochen unter Überdruck zu entkeimen.

Es gelang ihm nun, Milch und Urin in so entkeimten und verschlossenen Glaskolben unzersetzt aufzubewahren. Die Zersetzung trat erst ein, wenn nachträglich der Glashals geöffnet wurde und Mikroorganismen aus der

Luft Zutritt fanden. Hatte er doch durch Versuche festgestellt, daß Mikroben überall in der Außenwelt vorkommen, »selbst in der Luft wimmelt es von ihnen«. In umfangreichen Versuchsreihen konnte Pasteur im großen Amphitheater der alten Sorbonne beweisen, daß erhitzte, leicht zersetzliche Flüssigkeiten wie Milch, Blut und Urin sogar in offenen Glasgefäßen keimfrei blieben, wenn nur der Flaschenhals schwanenhalsförmig umgebogen und lang abwärts ausgezogen war, was freie Verbindung zwischen dem Flascheninhalt und der Außenluft ermöglichte, aber das Hineinfallen der Luftkeime verhinderte. Folglich kann die Luft (der Sauerstoff) allein nicht die Vergärung und Fäulnis verursachen. Damit war das Hirngespinnst von der Urzeugung endgültig widerlegt.

Diese Versuche, mit denen zugleich der Gärungs- und Fäulnisprozeß als Ergebnis der Luftkeime nachgewiesen wurde, machten einen tiefen Eindruck auf den schottischen Chirurgen Joseph Lister (1827–1912). Er hatte beobachtet, daß Knochenbrüche, über denen die Haut intakt war, gewöhnlich ohne Komplikationen heilten, während Frakturen, bei denen die Knochen infolge einer Wunde offen lagen, meist zu Entzündungen und Eiterung führten. Da also die Luft voller Mikroben ist, schlußfolgerte Lister, muß die offene Wunde desinfiziert und durch einen karbolgetränkten Deckverband vor einem erneuten Zutritt von Luftkeimen geschützt werden. Auch durch Zerstäuben von Karbolsäuren versuchte er die Luft des Operationssaales zu desinfizieren. (Listers Statistik aus dem Jahre 1864 zeigt, daß 45% seiner Patienten nach der Operation starben.) Schon zwei Jahre später, nachdem er 1865 erstmalig eine Operation nach dem neuen antiseptischen Verfahren durchgeführt hatte, war die Sterblichkeitsziffer bei seinen chirurgischen Eingriffen von 45% auf 15% abgesunken. Mit seinem 1867 veröffentlichten antiseptischen Prinzip gelang ihm, was Semmelweis bereits vor 20 Jahren erfolglos anstrebte, den antiken Irrglauben des »lobenswerten Eiters« endgültig zu eliminieren.

Pasteur hatte mit seinen Gärungsversuchen Neuland betreten, wo er zunächst mit keiner Berufsgruppe in Kollision geriet. Die Anhänger der Urzeugung waren eine relativ kleine Gruppe von Sonderlingen, die man mit einem scharfsinnigen und überzeugenden öffentlichen Großversuch zum Schweigen bringen konnte. So konnte Pasteur über ein Jahrzehnt seine Forschungen relativ ungestört fortführen und schuf dabei mit immer neuen Erkenntnissen die Grundlagen der Bakteriologie. Im Jahr 1865 wurde Pasteur vom französischen Landwirtschaftsministerium gebeten, die Pébrine, eine Seuche der Seidenraupen, zu untersuchen. Der blühenden Seidenindustrie Südfrankreichs drohte der Untergang. Die Seidenraupen gingen in Massen zugrunde. Nach einigem Zögern sagte Pasteur zu, denn er hatte noch nie eine Seidenraupe gesehen. Es war eine schwierige Aufgabe, deren Lösung

mehrere Jahre in Anspruch nahm. Pasteur mußte sich immer wieder für mehrere Tage in die betroffenen Seidendistrikte begeben, wo er in mühsamen Untersuchungen mikroskopisch zwei unterschiedliche Erreger feststellte. 1872 konnte er zeigen, woran gesunde Eier, Raupen und Schmetterlinge erkannt werden können, um sie abzusondern und für Zuchtzwecke zu benutzen. Mit diesen Untersuchungen hatte Pasteur zum erstenmal das Randgebiet der Infektionskrankheiten berührt.

Kurz danach gelang auch in Deutschland der entscheidende Durchbruch der kontagionistischen Vorstellungen durch den 20 Jahre jüngeren Robert Koch (1843–1910), dessen Name untrennbar mit dem Pasteurs in der Begründung der Mikrobiologie verbunden ist. Koch hatte in Göttingen Medizin studiert und wurde dort ein Schüler Henles. Als Kreisphysikus im damals preußischen Wollstein, wo der Milzbrand den Landwirten große Schäden zufügte, widmete er sich unter primitivsten Bedingungen der Erforschung dieser auch für den Menschen nicht ungefährlichen Tierseuche. Mit dieser Arbeit (1876) hat er die Hypothesen seines Lehrers Henle nachträglich experimentell bewiesen und aus ihnen später die drei Postulate abgeleitet, die erfüllt sein müssen, um die Erregernatur eines Kontagiums zu beweisen: 1. sollte das Kontagium bei einer Krankheit regelmäßig aus dem erkrankten Organismus nachweisbar sein, 2. muß man den Keim regelmäßig in Reinkultur isolieren und 3. mit dieser Reinkultur beim Versuchstier dieselbe Krankheit hervorrufen können.

Koch konnte unter dem Mikroskop feststellen, daß sich die Milzbrandbazillen durch Querteilung vermehren, zu langen Ketten auswachsen und daß sie in ihrem Innern Sporen, d. h. Dauerformen bilden. Während die Milzbrandbazillen leicht zugrunde gehen, sind ihre Sporen jahrelang auch außerhalb des Organismus, z. B. im Weideboden haltbar. Gelangen sie durch Futter wieder in einen tierischen Körper, so wachsen sie wieder zu Bazillen aus und rufen die Krankheit hervor. Damit hatte Koch die Ätiologie und die geheimnisumwitterte Ortsgebundenheit des Milzbrandes geklärt. Man wußte nun: was auf den sogenannten verdammt Weiden die Tiere erkranken ließ, waren keine Miasmen, sondern die Sporen des Milzbrandbazillus. Mit der Erkenntnis der Sporenbildung hat Koch eine wichtige Säule der Miasmalehre erschüttert. Mit seiner Arbeit »Über die Ätiologie der Wundinfektionen« (1878) zerstreute er die Zweifel an der Spezifität der verschiedenen Erreger. Als Koch mit der Einführung fester bakteriologischer Nährböden die Isolierung von Einzelkolonien und damit die Züchtung einwandfreier Reinkulturen bekanntgab, verstummten sogar die Pleomorphisten. Mit diesen Arbeiten begründete Koch die Epoche der Seuchenlehre und der experimentellen Mikrobiologie.

In Frankreich, wo seit einem Jahrzehnt eine mörderische Geflügelseuche

herrschte, die »choléra des poules« bezeichnet wurde, fand Pasteur 1880 im Blut eines kranken Huhns kurze, kleine, unbewegliche Stäbchen, die er in Bouillon weiterzüchtete. Wenn er mit einer solchen Kultur gesunde Hühner impfte, erkrankten sie mit den gleichen Symptomen. Die Tierversuche wurden mit frischgezüchteten Kulturen wiederholt und ergaben stets das gleiche Ergebnis. Eines Tages fand Pasteur in einer Laborecke ein Fläschchen mit Bouillonkultur, die man durch Zufall vor Wochen vergessen hatte, und impfte damit ein Huhn, das aber nicht erkrankte. Er impfte es später in einer weiteren Versuchsreihe mit einer frischen Kultur, doch das Huhn blieb auch diesmal gesund, während die übrigen Versuchshühner schwer erkrankten und zum großen Teil eingingen. Pasteur erkannte, daß die zufällig vergessene Geflügel-Cholera-Kultur durch Alterung ihre Virulenz eingebüßt, aber ihre immunisierende Fähigkeit bewahrt hatte. Das war die Geburtsstunde der aktiven Schutzimpfung mit attenuierten (abgeschwächten) Erregern.

»Der Zufall«, sagte Pasteur bereits in seiner Antrittsvorlesung in Lille (1854), »vermag nur einem wachen Geist zu nützen«. Denn »das Glück ist nur dem hold, der darauf vorbereitet ist und die ausgestreckte Hand bemerkt.«

Pasteur hatte sie ergriffen, denn gleich nach der Herstellung des Hühnercholera-Impfstoffes entschloß er sich, nach dem gleichen Verfahren auch einen Impfstoff gegen Milzbrand herzustellen. Doch Milzbrandbazillen erzeugen Sporen, auf die der Alterungsprozeß ohne jeglichen Einfluß ist. Schließlich ermittelte Pasteur durch verschiedene Tierpassagen, daß Milzbrandbazillen bei 42–43° C nicht nur die Fähigkeit der Sporenbildung einbüßen, sondern zugleich auch in ihrer Virulenz abgeschwächt werden und sich somit zur Impfstoffherstellung eignen. Der Vorgang mit der Tierpassage erinnerte Pasteur an Jenners Vakzination (Kuhpockenimpfung), wo auch mit einem abgeschwächten Erreger gegen die echten Pocken immunisiert wurde, und er bezeichnete daher Jenner zu Ehren seine Impfstoffe als Vakzine.

Mit der Impfstoffherstellung war der Chemiker Pasteur aufsehenerregend in den Bereich der Infektionskrankheiten eingedrungen und berührte damit zunächst die Domäne der Veterinäre, die sich schon lange darüber ärgerten, daß ihnen »ein Außenseiter ins Handwerk pfuschte«. Da aber Pasteur mit seinen Forschungen die französische Alkoholindustrie, die Weinbauern und die Seidenindustrie vor großen Schäden bewahrt hatte und daher bei der Bevölkerung sehr beliebt war, machten sie gute Miene zum bösen Spiel. Inzwischen beschlossen sie insgeheim, ihn mit der Prüfung seines Milzbrandimpfstoffes, dessen Wirksamkeit sie bezweifelten, durch das großzügige Angebot zu einem Großversuch in eine Falle zu locken und ihn dann in aller Öffentlichkeit lächerlich zu machen. Doch ihre Absicht mißlang. Als Pa-

steuer 1881 gegen die damals noch weitverbreitete Tollwut einen Impfstoff mit abgeschwächten Erregern herzustellen beschloß, erregten sich nicht nur die Veterinäre, sondern auch Ärzte. Es war ein waghalsiger Plan. Pasteur konnte nämlich den Erreger weder im Speichel tollwütiger Hunde noch im Gehirn und Rückenmark ihrer Kadaver mikroskopisch nachweisen, obwohl sich diese Stoffe im Tierversuch als infektiös erwiesen. Der Erreger mußte also vorhanden, jedoch so klein sein, daß er im Lichtmikroskop unsichtbar blieb. Pasteur bezeichnete ihn mit dem lateinischen Wort *Virus*, das ursprünglich Gift bedeutet. In komplizierten und langwierigen Versuchen, die im Tollwutkapitel ausführlich geschildert werden, gelang Pasteur die Herstellung einer Tollwut-Vakzine, mit der ihm zunächst die prophylaktische Impfung von gesunden Hunden gelang und später auch die Verhütung des Krankheitsausbruchs bei Menschen, die tollwütige Hunde gebissen hatten. Am 6. Juli 1885 nahm Pasteur die erste erfolgreiche Wutschutzimpfung an einem achtjährigen Elsässer Jungen vor, der von einem tollwütigen Hund so schwer verletzt war, daß die Ärzte eine Behandlung für aussichtslos hielten. Bereits nach einem Jahr waren mehr als 1700 verletzte Menschen erfolgreich mit Pasteurs Impfstoff behandelt worden. Die Wutschutzimpfung war die Krönung von Pasteurs Lebenswerk.

1880, im selben Jahr, als Pasteur mit seinen Impfstoffarbeiten begann, wurde Robert Koch als Regierungsrat in das Kaiserliche Gesundheitsamt nach Berlin berufen. Mit einer Schar junger Militärärzte baute er eine Forschungsstätte auf, an der mit seinen Untersuchungsmethoden an verschiedenen ätiologischen, epidemiologischen und seuchenprophylaktischen Problemen fieberhaft gearbeitet wurde. Dabei sollte fast jeder Mitarbeiter eine andere Aufgabe lösen. Koch hatte zunächst eine Abhandlung geschrieben, in der er genau die Methodik der Isolierung, Färbung und Züchtung von Bakterien schilderte. Das Wichtigste war wohl die Benutzung fester, künstlicher Nährböden zur Trennung von Bakteriengemischen, um Einzelkolonien und daraus Reinkulturen zu gewinnen, was bisher mit den von Pasteur benutzten flüssigen Nährlösungen nur durch mühsame und zahlreiche Verdünnungsreihen möglich war und nicht jedem gelang. Die Veröffentlichung dieser Abhandlung Kochs im Jahr 1881 unter dem Titel »Zur Untersuchung von pathogenen Organismen« hat überall auf bakteriologisch interessierte Ärzte anregend gewirkt. Jahr für Jahr wurden neue Krankheitserreger gefunden. Koch selbst hatte mit dieser Methode 1882 den Erreger der Tuberkulose und 1883 den der Cholera entdeckt. Bald danach (1884) gelang seinen Mitarbeitern erstmalig der kulturelle Erregernachweis bei Typhus abdominalis (Gaffky 1884) und Diphtherie (Loeffler 1884). Es waren die Erreger von Infektionskrankheiten, die damals die meisten Opfer forderten und die Bevölkerung daher besonders ängstigten.

Nun hatte man die meisten bakteriellen Erreger in Reinkultur. Man konnte ihre Eigenschaften, ihre Infektionswege erforschen, um gezielt gegen sie vorzugehen. Das erfolgte in der Außenwelt mit bekannten Desinfektionsmitteln. Man hoffte nun auch Präparate zu finden, mit denen man therapeutisch direkt auf den Krankheitserreger einwirken könnte. Doch außer dem Chinin, das man empirisch als antimalarisches Spezifikum gefunden hatte, gab es unter den zahlreichen Medikamenten, auch unter den vielen synthetischen Präparaten, die seit dem Aufschwung der Chemie und Pharmakologie im 19. Jahrhundert entstanden waren, nur »symptomatische« Heilmittel, die vorübergehend auf ein Symptom wirkten, z. B. Fiebersenkten oder Schmerzen linderten oder Husten dämpften, aber auf die eigentliche Krankheitsursache keinerlei Einfluß hatten. Robert Koch schwebte zunächst eine Art von »innerer Desinfektion« vor. Doch die ersten Versuche mit hochverdünnten Desinfektionsmitteln verliefen im Tierversuch unbefriedigend, sie erwiesen sich als zu toxisch, »denn die lebenden tierischen Körperzellen sind um ein Mehrfaches empfindlicher als der zu treffende Krankheitserreger«. Es galt also weiter nach geeigneten Stoffen zu suchen. Koch selbst beabsichtigte es bei der Tuberkulose zu tun.

Inzwischen hatte Koch mit Gaffky und Loeffler die Methodik der chemischen und physikalischen Desinfektion entwickelt und 1886 in der Chirurgie die umständliche Antisepsis durch die Asepsis ersetzt. Doch trotz aller Erfolge stieß man immer wieder auf Schwierigkeiten, mit denen man zum Teil gar nicht gerechnet hatte. Auch die Suche nach spezifischen chemischen Verbindungen, die nur den Erreger und nicht die Zellen des Organismus schädigen sollten, blieb zunächst ergebnislos.

Im August 1890 sollte in Berlin der X. internationale medizinische Kongreß tagen. Es war der Höhepunkt der bakteriologischen Sturm- und Drangzeit. Robert Koch, der Held dieser Epoche, der seit 1885 Professor für Hygiene und Direktor des Hygienischen Institutes der Universität war, beabsichtigte bei dieser Gelegenheit in einem Vortrag »Über bakteriologische Forschung« nicht nur über die bisherigen Erfolge zu berichten, sondern auch auf die Schwierigkeiten hinzuweisen, auf die man bei der Erforschung einer ganzen Reihe hochinfektiöser Krankheiten gestoßen war. Es handelte sich um dieselben Schwierigkeiten, die sich bereits bei Pasteur zu Beginn seiner Versuche, einen Impfstoff gegen Tollwut herzustellen, daraus ergaben, daß er den Erreger weder mikroskopisch noch kulturell nachweisen konnte.

Da man aber Pasteurs Erfolg mit seiner Wutschutzimpfung überall noch in bester Erinnerung hatte, wünschten einflußreiche Persönlichkeiten aus der Umgebung des Kaisers, besonders der preußische Kultusminister, daß auch Koch über einen ähnlichen Erfolg berichten sollte. Und da man erfah-



ren hatte, daß es ihm nach einem Jahr fieberhafter Versuche gelungen war, eine Substanz herzustellen, die nicht allein im Reagenzglas, sondern auch im Tierkörper das Wachstum der Tuberkelbazillen aufzuhalten imstande war, drängte man den Widerstrebenden, seine Versuchsergebnisse, die er für noch nicht abgeschlossen hielt, dem Kongreß mitzuteilen. Da aber bei der Tagung noch vor Kochs Vortrag durchgesickert war, daß er über eine große Entdeckung, ein Tuberkulose-Therapeutikum, berichten würde, war das ganze Interesse auf diesen Punkt konzentriert, so daß andere Teile seines Vortrages kaum beachtet wurden, besonders sein Bekenntnis, daß es bei vielen Infektionskrankheiten (Masern, Pocken, Typhus exantematicus, Influenza, Gelbfieber, Rinderpest) nicht gelungen sei,

»nur den geringsten Anhaltspunkt dafür zu finden, welcher Art die Krankheitserreger derselben sein könnten ... Bei den meisten dieser Krankheiten hat es auch nicht an Geschick und Ausdauer in der Verwertung aller uns jetzt zu Gebote stehenden Hilfsmittel gefehlt, und wir können das negative Ergebnis der Bemühungen zahlreicher Forscher nur so deuten, daß die Untersuchungsmethoden, welche sich bisher in so vielen Fällen bewährt haben, für diese Aufgaben nicht mehr ausreichen. Ich möchte mich der Meinung zuneigen, daß es sich bei den genannten Krankheiten gar nicht um Bakterien, sondern um organisierte Krankheitserreger handelt, welche ganz anderen Gruppen von Mikroorganismen angehören.«

Man hatte nicht gemerkt, daß Koch mit diesem Bekenntnis ein neues Kapitel in der Seuchengeschichte aufgeschlagen hatte, das Kapitel der Viren, von denen damals noch niemand ahnte, welche dramatische Rolle sie schon im folgenden Jahrhundert spielen würden.

Fast um die gleiche Zeit, als Robert Koch den ihm aufgezwungenen Vortrag über noch nicht abgeschlossene Versuche gehalten hatte, der ihm später so viel Kummer bereiten sollte, gelang einem seiner Mitarbeiter etwas Geniales. Emil Behring (1854–1917), der bemüht war, die Giftwirkung des Diphtherie-Toxins chemisch abzuschwächen, konnte durch Einspritzung nichttödlicher Dosen von Diphtherietoxin im Blutserum von Versuchstieren Antikörper erzeugen, die das Toxin neutralisierten, was eine Immunität der Versuchstiere zur Folge hatte und sie vor der Wirkung neuinjizierten Toxins schützte. Bald danach konnte Behring im Serum von Versuchstieren, die sein japanischer Mitarbeiter Kitasato vorher mit Tetanustoxin vorbehandelt hatte, ebenfalls antitoxische Eigenschaften feststellen. Zugleich gelang ihm mit Kitasato der Nachweis, daß die antitoxische Wirksamkeit dieser Seren so dauerhaft war, daß sie noch anhielt, wenn das Serum anderen Tieren einverleibt wurde. Sie erwiesen sich als immun. Eine nachfolgende Infektion blieb unwirksam. Diphtherieinfizierte Tiere konnten gerettet

werden, wenn man ihnen frühzeitig Diphtherie-Immunsrum einspritzte. Mit der Entdeckung der antitoxischen Immunität war die Grundlage für eine erfolgreiche Serumtherapie und Serumprophylaxe geschaffen. Mit der Serumtherapie beginnt auch die moderne spezifische kausale Therapie, die nicht nur Symptome vorübergehend behebt, sondern die Ursache der Krankheit eliminiert, ohne den Patienten zu schädigen. Das Problem der Heilung und auch der Verhütung schien in idealer Weise gelöst zu sein. Man hoffte, auf diesem Weg weiterzukommen, und die Versuche, mit chemischen Verbindungen den Erreger im Organismus zu vernichten, gerieten ins Stocken.

Der chemisch gut beschlagene Paul Ehrlich (1854–1917), der Behring durch Robert Koch als Mitarbeiter zugeteilt wurde, fand, daß die Bindung von Toxin und Antitoxin wie bei chemischen Reaktionen in genau meßbaren Verhältnissen abläuft. Später gelang ihm durch quantitative Analysen dieser Bindung die genaue Wertbemessung der antitoxischen Seren, womit er viel zur Verbesserung der Serumtherapie beigetragen hat. Die großen Erfolge der Serumtherapie veranlaßten den preußischen Ministerialdirektor Althoff 1896, für Ehrlich ein staatliches Institut für Serumprüfung und Serumforschung zu errichten. Drei Jahre später wurde in Frankfurt a. M. das Institut für experimentelle Therapie geschaffen und Ehrlich unterstellt. Doch die ersten Erfolge blieben entgegen der ursprünglichen Hoffnungen nur auf wenige Krankheiten beschränkt. Hier prägte Ehrlich den Begriff Chemotherapie, der auf dem Gedanken der »selektiven Toxizität« beruhte. Es galt also, den Erreger im Körper des infizierten Menschen oder Tieres mit einer chemischen Verbindung – wie mit einer Zauberkugel – gezielt zu treffen und zu vernichten, ohne die Zellen oder Organe des Makroorganismus zu schädigen. Er begann seine Suche nach solchen Verbindungen mit der Prüfung verschiedener Farbstoffe und ihrer Verbindungen an trypanosomeninfizierten weißen Mäusen. Als er 1904 erfuhr, daß W. Thomas in Liverpool mit dem Arsenpräparat »Atoxyl« (d. h. ungiftig) im Tierversuch bei infizierten Tieren eine starke Wirkung auf Trypanosomen festgestellt hatte, hörte er mit den erfolglosen Farbstoffversuchen auf und nahm das Atoxyl in sein Programm, zumal es sich aufgrund seiner chemischen Struktur leicht umwandeln ließ. Als F. R. Schaudinn 1905 den Syphiliserreger, die *Spirochaeta pallida*, entdeckte, die er als Zoologe für verwandt mit den Trypanosomen hielt, benutzte Ehrlich mit seinem japanischen Mitarbeiter Hata auch weiterhin Trypanosomen zur Infektion der weißen Mäuse. Inzwischen dienten neuere Substitutionsprodukte, wie Phenylarsinsäure, Arsacetin und Arsenophenyglycin als Ausgangspunkt für mehrjährige Versuchsreihen, in denen Hunderte von Verbindungen von Chemikern hergestellt und von Hata tierexperimentell getestet wurden.

Im Jahr 1907 schien man mit der Verbindung 606, einem Arsenbenzol, die langersehnte Zauberkugel gefunden zu haben: es war das Salvarsan. Nach der erfolgreichen Prüfung an Versuchshühnern, die mit Geflügelspirochaeten infiziert waren, gelangte das Präparat erst nach sorgfältigen Unschädlichkeitsprüfungen zur Injektion bei einem Syphilitiker. Der Erfolg war verblüffend. Doch kam es später zu Nebenwirkungen. Eine weniger toxische Abwandlung des Arsenobenzols kam als Neosalvarsan (Versuchsnummer 914) zur Zulassung und galt bis zum Auftauchen des Penicillins als das Mittel gegen Syphilis.

Nach Ehrlichs Tod (1915) nahm sein Schüler Roehl mit einer Gruppe von Chemikern die Suche nach einem weniger toxischen Chemotherapeutikum als das Atoxyl für die Therapie der Schlafkrankheit auf. 1921 gelang es nach vielen Versuchsreihen, ein geeignetes Ammoniak-Präparat zu ermitteln, das zunächst als Bayer 205 bezeichnet wurde und dann den Namen »Germanin« erhielt. Einer anderen deutschen Forschergruppe gelang 1924 die Entdeckung von Plasmochin und 1930 von Atebrin für die Malaria-Bekämpfung. Doch man fand kein antibakterielles Chemotherapeutikum, bis ein solches 1932 bei einer Sulfonamidverbindung von Domagk entdeckt und 1935 mit Prontosil bezeichnet wurde. Es war das erste Chemotherapeutikum, das Streptokokken-, Staphylokokken- und Pneumokokken-Infektionen verhinderte.

Bereits 1929 hatte der englische Mikrobiologe Alexander Fleming die Beobachtung gemacht, daß eine Staphylokokkenkultur, durch einen Schimmelpilz verunreinigt, in ihrem Wachstum gehemmt wurde. Er warf die Kultur nicht weg, sondern impfte den Schimmelpilz (es handelte sich um *Penicillium notatum*) in eine Bouillon ab, die im Gegensatz zu anderen Schimmelpilzabimpfungen antibakteriell wirkte, sogar noch in einer Verdünnung von 1:800. Er war also wirksamer als die meisten Desinfektionsmittel. Die Penicillin-Bouillon, wie Fleming sie nannte, war für Mäuse und Kaninchen ebenso ungiftig wie eingespritzte reine Bouillon. Hätte er die Mäuse vorher mit Streptokokken oder Staphylokokken infiziert, dann hätte er erkannt, was sein Penicillin ist. Doch er veröffentlichte seine Beobachtungen ganz genau 1929, so daß 10 Jahre später der Oxforder Pathologe Flory und sein Biochemiker Chain, ein jüdischer Emigrant aus Berlin, nach der Lektüre Flemmings Mitteilung sofort erkannt hatten, daß hier etwas zu gewinnen wäre, was die zur Zeit für Wundinfektionen so wichtigen deutschen Sulfonamide ersetzen könnte. Flory besorgte eine *Penicillium notatum*-Kultur. Alles was Fleming beschrieben hatte, wurde nachgeprüft und stimmte genau. Es galt also, den Wirkstoff Penicillin aus der Bouillon zu isolieren, eine Aufgabe, die Chain glänzend löste. Die geringe Toxizität dieses noch nicht genügend gereinigten Penicillins war ebenso erstaunlich, wie die Heilwirkung bei Mäu-

sen, die mit Streptokokken, Staphylokokken und Clostridien infiziert waren. Doch an eine industrielle Großproduktion im Interesse der Truppen konnte in England infolge der deutschen Luftangriffe nicht gedacht werden. Flory brachte das Nötigste nach Amerika, wo man die Ausbeute von Penicillin über das 1000fache steigern konnte und durch die industrielle Großproduktion bereits 1943 die Alliierten Truppen und bald danach auch amerikanische Krankenhäuser mit Penicillin belieferte. Inmitten der Penicillineuphorie erschien 1944 Streptomycin, das auf Tuberkelbakterien und auch auf penicillinempfindliche Keime wirkte. Bald danach folgten Breitbandantibiotika wie Chloramphenicol (1947), Erythromycin (1952) und Tetracyclin (1953). 1957 wurden sogar auch die ersten Antimykotika isoliert, denen weitere folgten. Nur die antivirale Chemotherapie erwies sich als schwierig, da bei dem intrazellulären Parasitismus der Viren nicht nur die infizierte Zelle, sondern auch die gesunden Zellen des Makroorganismus geschädigt worden wären. Doch bereits 1949 war es Ender, Weller und Robbins gelungen, durch Antibiotikazusatz die häufige bakterielle Kontamination der Zellkulturen zu verhindern, was die Herstellung von Polioimpfstoffen ermöglichte. Mit dem »Totimpfstoff« nach Salk und dem »Lebenschluckimpfstoff« nach Sabin wurde in den 50er und 60er Jahren weltweit in den westlichen Industriestaaten und in der damaligen UdSSR mit ihren Satellitenstaaten die gefürchtete Poliomyelitis eliminiert.

Infolge der ungeheuren Erfolge, die man damals mit den verschiedenen Antibiotika, Impfstoffen und dem DDT bei Pest, Cholera, Lues, Gonorrhoe, Tuberkulose, Diphtherie, Pocken, Poliomyelitis, Malaria und Schlafkrankheit erzielte, entstand eine Euphorie, in der von dem höchsten amerikanischen Gesundheitsbeamten, William Stewart, 1969 erklärt wurde, es sei »an der Zeit, das Buch der Infektionskrankheiten zu schließen«. Doch bereits zu Beginn der 70er Jahre wurde man in den USA durch das »Comeback« von Lues und Gonorrhoe aufgeschreckt, denen sich unbemerkt eine vorher nicht bekannte Infektionskrankheit (AIDS) zugesellt hatte.

Nach der »Eradication« (Entwurzlung) der Pocken 1980, hoffte die WHO durch ähnliche Maßnahmen bis zur Jahrtausendwende auch die Poliomyelitis und danach die Tuberkulose »global auszurotten«. Doch in den von blutigen Kriegen und sonstigen Katastrophen betroffenen Regionen Afrikas, des Balkans und der früheren UdSSR kam es statt dessen teilweise zur Rückkehr von Syphilis, Diphtherie, Tuberkulose, Poliomyelitis, Malaria und Cholera.

Auch bei den meisten für die Humanmedizin neuen Krankheiten handelt es sich bei den Erregern nicht um »neue«, sondern um »alte« Viren, die seit Jahrtausenden in tierischen Wirten gelebt haben und mit diesen in einem ökologischen Gleichgewicht standen. Zu diesen gehört wahrscheinlich auch

das human immunodeficiency virus (HIV) – insbesondere HIV 2 –, dessen Vorform seit langem in verschiedenen Primaten vorkam. AIDS sollte eine ständige Warnung sein, beim Erscheinen neuartiger Krankheiten nie auf verharmlosende Bagatellisierungsversuche zu hören, sondern sofort erfahrene Epidemiologen und Infektologen zu Rate zu ziehen, um nicht erneut wichtige seuchenprophylaktische Maßnahmen zu unterlassen. Das Beispiel der »Centers for Disease Control« (CDC) in der USA dürfte vorbildlich sein, denn in Deutschland, einem Land mit internationalen Handelsbeziehungen, muß man auch mit dem Auftreten von bisher unbekanntem Krankheitserregern rechnen.



## LEPRA (AUSSATZ)

Die Lepra ist eine der grauenvollsten Krankheiten, an der nach Schätzungen der WHO in den tropischen Endemiegebieten – in Asien (Indien), Afrika, Mittel- und Südamerika – noch mindestens 15 Millionen Menschen leiden. Dem chronischen Siechtum, das jahrzehntelang dauern kann, geht eine lange, oft 4–10 Jahre währende Inkubationszeit voraus. Wir wissen heute, daß die Lepra, die bis in die jüngste Zeit als Prototyp einer hochinfektiösen Krankheit galt, verhältnismäßig schwer übertragbar ist. Während bei Cholera, Pest, Influenza, Typhus, Fleckfieber manchmal eine flüchtige Berührung genügt, um die Krankheit auf Gesunde zu übertragen, bedarf es bei der Lepra eines längeren Zusammenseins oder eines besonders intensiven Kontakts. Die Lepra ist eine Schmutzkrankheit, die Ansteckungsgefahr ist für Kinder am größten. Der Pariser Leprologe Cougerot erklärte vor vielen Jahrzehnten: »Ein Offentuberkulöser in einem Omnibus beunruhigt mich mehr als ein Lepröser.«

Obwohl die hohe Infektiosität der Lepra ein Mythos war, ist paradoxerweise gerade durch diese Krankheit der Gedanke, ein Mensch könne durch eine Berührung, ja sogar durch den Atem andere infizieren, erst richtig populär geworden. Doch war es nicht allein die Angst vor der Ansteckung, die die Menschen, auch die Familienangehörigen, bei dieser Krankheit bewog, die rigorosesten Absonderungsmaßnahmen zu ergreifen. Der Hauptgrund für dieses Verhalten liegt wohl eher darin, daß die Lepra ihre Opfer entstellt, wobei vor allem die fortschreitende Knotenbildung im Gesicht und das Abfaulen eines Gliedes nach dem anderen dem Kranken einen abstoßenden, grausigen Anblick verleihen. Der von den gangränösen Körperteilen ausgehende Gestank erweckt zugleich miasmatische Ängste. Da die äußerlich gezeichneten Leprösen nicht wie die von Pest, Pocken oder Fleckfieber Betroffenen ans Krankenbett bzw. an Krankenhäuser gefesselt sind, erweckt ihr Erscheinen in der Öffentlichkeit instinktiv Schaudern und löst abweisendes Verhalten aus. Schließlich galt die Lepra seit jeher als unheilbar, was zur Konsequenz hatte, daß die Forderung »noli me tangere!« (»Rühre mich nicht an!«) bei keiner anderen Krankheit von der Umwelt mit einer so unerbittlichen Konsequenz befolgt wurde.<sup>1</sup>

Man unterschied schon im Mittelalter aufgrund der differenten Symptomatik zwei Krankheitsformen, von denen man später die eine als Haut- bzw. Knotenlepra, die andere als Nerven- bzw. makulo-anästhetische Lepra bezeichnete. Diese Trennung ließ sich nicht immer aufrechterhalten, da die beiden Formen oft ineinander übergingen (Lepra mixta). Das jüngste Einteilungsprinzip der WHO geht vom histologischen Aufbau des Granulationsgewebes und der Immunitätslage aus, d. h. von Kriterien, die bei den Einordnungsversuchen früherer Zeiten noch keine Rolle spielen konnten. Die malignere Form, die lepromatöse Lepra (früher als Haut- oder Knotenlepra bezeichnet), beginnt schleichend mit der Bildung von

harten knotenförmigen Lepromen, die meist zuerst in der Haut des Gesichts auftreten, besonders in der Stirn- und in der Nasengegend. Zugleich kommt es auch zu einem Ausfall der Haare, besonders der Augenbrauen. Durch Aufbrechen der Knoten bilden sich tiefe Geschwüre, die nur allmählich unter Narbenbildung abheilen, wodurch die Gesichtszüge so verwischt werden, daß Alter und Geschlecht nicht mehr zu bestimmen sind. Das so entstellte Gesicht mit unförmig aufgetriebener Nase und wulstigen Lippen verliert jede mimische Fähigkeit, mit der Freude oder Trauer, Überraschung oder Angst, Abscheu oder Verachtung zum Ausdruck gebracht werden können. Das Antlitz, das zu keinem Mienenspiel mehr fähig ist, nimmt löwenhafte Züge an (*Facies leontina*) und erstarrt maskenhaft zur Fratze, die zu keinem Lächeln mehr in der Lage ist und nur noch abschreckend und abstoßend auf die Mitmenschen wirkt.<sup>2</sup> Mitunter erhält das Gesicht lüsterne, faunartige Züge, weshalb Leprösen oftmals zügellose sexuelle Begierden unterstellt wurden.

Die gleichen Zerfallsprozesse, die sich auf der Haut abspielen, greifen auch auf die Schleimhäute der Nase und des Mundes über.<sup>3</sup> Die Folgen sind ein chronischer, blutiger Schnupfen, Lockerung der Schneidezähne und eine rauhe, heisere Stimme. Zugleich führt die Zerstörung der Nasenscheidewand zur Sattelnase.<sup>4</sup> Infolge von mangelndem Lidschluß kann es auch durch Infekte und Geschwüre an der Augenhornhaut zur Erblindung kommen.

Die andere, relativ günstigere Krankheitsform ist die tuberkuloide Lepra, bei der es vor allem zu Störungen im Bereich der Ernährungs- und Gefühlsnerven kommt, weshalb diese Krankheitsform früher auch als Nervenlepra bezeichnet wurde.<sup>5</sup> Die von den erkrankten Nerven versorgten Hautgebiete zeichnen sich zunächst durch eine starke Pigmentierung und Überempfindlichkeit aus. Diese Flecken, die die Haut von Europäern dunkler, d. h. bräunlichrot verfärben und auf der Haut von Schwarzen heller, d. h. rostfarben erscheinen, können zu eigentümlichen landkartenähnlichen Zeichnungen zusammenfließen (Fleckenlepra bzw. *Lepra maculosa*). Parallel zu der langsam fortschreitenden Depigmentierung vermindert sich im Bereich dieser Flecken die Gefühlsempfindlichkeit, bis sie schließlich für Schmerz und Temperatur völlig erlischt. Man kann mit einer Nadel in diese Hautstellen einstechen, ohne daß der Patient etwas merkt. Oft sah man Lepröse eine Zigarette am glühenden Ende halten, wobei sie weder den Schmerz an den Fingern noch den Gestank der verbrannten Haut merkten, da auch ihr Geruchssinn abgestumpft war. Diese Aussatzart hieß einst auch *Lepra maculo-anæsthetica*. Die Beteiligung der Nerven kann auch bei dieser Form zu schweren bleibenden Schäden, wie z. B. zur Lähmung gewisser Muskelgruppen, führen. So pflegt die Streckerlähmung der Hand- und Finger Muskeln die charakteristische Klauen- und Krallenhandstellung zu verursachen. Der gestörte Stoffwechsel an Händen und Füßen kann durch Geschwürbildungen und Nekrosen zum Verlust ganzer Finger- oder Zehenglieder, sogar der ganzen Hand oder eines Fußes führen, was schwere Verstümmelungen (*Lepra mutilans*) zur Folge hat.

Früher, als es noch keine therapeutischen Möglichkeiten gab, wurden die Patienten von ihrem Leiden durch Tuberkulose oder eine akut hinzukommende andere Infektionskrankheit erlöst.