

**Zeitschrift:** Schweizer Archiv für Tierheilkunde SAT : die Fachzeitschrift für Tierärztinnen und Tierärzte = Archives Suisses de Médecine Vétérinaire  
ASMV : la revue professionnelle des vétérinaires

**Herausgeber:** Gesellschaft Schweizer Tierärztinnen und Tierärzte

**Band:** 123 (1981)

**Artikel:** Werden und Vergehen der Infektionskrankheiten

**Autor:** Fey, Hans

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-590491>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 11.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

Aus dem Veterinär-Bakteriologischen Institut der Universität Bern

**Werden und Vergehen der Infektionskrankheiten**von *Hans Fey*

Ich möchte versuchen, eine Naturgeschichte der Infektion zu skizzieren, von den hypothetischen Wurzeln des mikrobiellen Lebens bis hin zu neuen, molekularbiologisch untermauerten Vorstellungen. Dass dabei nicht von einer Schöpfungsgeschichte biblischer Tradition die Rede sein kann, mögen Sie einem Mikrobiologen verzeihen. Ich möchte aber für diejenigen, die des Glaubens sind, man nehme bei moderner naturwissenschaftlicher Betrachtungsweise des Lebens Schaden an seiner Seele, betonen, dass die auch heute noch lückenhafte Erkenntnis dessen, «was die Welt im Innersten zusammenhält», keine Entzauberung bedeuten muss. Im Gegenteil, ich halte mich an den Ausspruch von Bertrand Russell: «Isn't it nice to know things?» und das Staunen über die immer besser bekannten Lebensvorgänge steht auch dem Molekularbiologen gut an.

Zum Geheimnis der Schöpfung sagte Stefan Zweig: «Hier lässt sich die Natur nicht belauschen, niemals wird sie diesen letzten Kunstgriff sich absehen lassen, wie die Erde entstand und wie eine kleine Blume entsteht, wie ein Gedicht und wie ein Mensch.» Pater Ziegler stellte an der Basler Tagung der Schweiz. Akademie der Medizinischen Wissenschaften (29.4.1980) fest, dass «die Wissenschaft nur Rätsel löst, aber das Geheimnis des Menschen und des Lebens nicht entschleierte. Die Lösung von Rätseln führt näher an das Geheimnis heran, dringt aber nicht in dieses ein». «Das Unendliche mindert sich nicht, wenn das Endliche sich mehrt» (Bergengruen).

Man nimmt an, dass das erste Leben im salzigen Meerwasser, gleichsam einer verdünnten, sauerstofffreien Bouillon entstand. Ursprünglich existierte wohl eine dichte Atmosphäre von Stickstoff, Wasserdampf, CO<sub>2</sub>, flüchtigen Kohlenwasserstoffen. Beim Urknall, der experimentell nachvollzogen wurde, entstanden unter starken elektrischen Entladungen einfache Verbindungen, wie Methan und Ammoniak und daraus Aminosäuren, aber alles blieb bei Abwesenheit von Sauerstoff primär reduzierend und die präbiotischen Mikroorganismen waren sicher Anärobier. Ultraviolett drang unabsorbiert bis auf die Erdoberfläche, was damals Leben ausserhalb des Wassers verunmöglichte. In dieser Ursuppe haben Moleküle kollidiert, reagiert, sich wieder getrennt. Durch Adsorption an reaktive Oberflächen, z.B. Tonpartikel wurden möglicherweise instabile Verbindungen vor spaltenden Einflüssen geschützt.

Riesenmoleküle entstanden als primitive Vorstufen lebender Organismen. Man kennt heute eine Reihe von Strukturen, die in der Lage sind, sich ohne fermentative

---

Nach einem Festvortrag gehalten am 27. Februar 1981 an der Ludwig-Maximilians-Universität München

Adresse des Autors: Prof. Dr. H. Fey, Postfach 2735, CH-3001 Bern

Hilfe selbst zu aggregieren und grössere Einheiten entstehen zu lassen. Nucleotide, die Bausteine der Kernsäuren, können unter abiotischen Verhältnissen zusammengebaut werden. Die Moleküle selbst haben sehr viel Ordnung.

Membranen können spontan entstehen, z. B. haben Lecithine und Cephaline wasserunlösliche und polare Gruppen; im Wasser nehmen diese Moleküle eine orientierende Position ein, hydrophile Gruppen nach aussen, hydrophobe nach innen.

Die organische Evolution begann wohl auf diesem Niveau: Kolloidale Aggregate kompetierten miteinander um Material aufgrund unterschiedlicher Bindungskräfte und es wurde eine optimale Grösse des Molekülverbandes erreicht. Gewisse chemische Standardstrukturen, die allen Lebewesen gemeinsam sind, waren dabei extrem erfolgreich, so die Eiweisse und die Nukleinsäuren. Bei der Genese der Desoxyribonukleinsäure ergibt sich nun allerdings das folgende Dilemma: Zur Synthese von DNS braucht es das Enzym DNS-Polymerase. Andererseits braucht es zur Synthese aller Proteine, also auch der DNS-Polymerase, DNS. Was war nun zuerst, das Huhn oder das Ei?

So entstand vielleicht der erste lebende Organismus, wie gesagt ein Anärobier. Kurz bevor die Zellen die organische Materie aufgebraucht haben, hat die Natur den Prozess der Photosynthese erfunden. Das Sonnenlicht konnte zur Synthese neuer organischer Materie genützt werden, zuerst von Zucker aus  $\text{CO}_2$  und Wasser, dann von Ammoniak und Nitraten aus Stickstoff. Das Nebenprodukt der Photosynthese ist aber Sauerstoff und damit wurde ein neuer Weg der Energiegewinnung geöffnet. Die Oxydation ist viel effizienter als die Fermentation. Der Sauerstoff erzeugte einen Ozongürtel in der Atmosphäre, der UV absorbiert und jetzt konnten die Organismen das Wasser verlassen und an Land gehen. Auf einem Planeten wie dem unsrigen war die Entstehung von Leben wohl unvermeidlich. Ausserdem ist als höchst wahrscheinlich anzunehmen, dass im Bereich unserer Teleskope, wo es – wie uns die Astronomen sagen – 100 Mio. Galaxien gibt, mindestens  $10^{12}$  Planeten wie die Erde sich befinden. Es ist für viele beunruhigend, dass wir im Universum so einzigartig nicht sind. Mit anderen Worten, Leben ist im Universum an vielen Stellen wohl x-mal entstanden.

«Big fleas have little fleas  
upon their back to bite them.  
Little fleas have lesser fleas,  
and so ad infinitum.»

Auch haben sich Lebewesen aneinander adaptiert und daraus hat sich zwangslos durch Mutationen Parasitismus ergeben. Ein Bakterium verliert durch eine Punktmutation oder mehrere Mutationen die Fähigkeit, eine lebenswichtige Substanz zu synthetisieren, z. B. ein Enzym oder eine Struktureinheit wie die Zellwand und geht unter, sofern es sich nicht in einer ökologischen Nische befindet, in der der fehlende Stoff durch andere Organismen geliefert wird. Die Mutante hat sich damit vielleicht einen Vorteil erworben, der der ursprünglichen Wildform abgeht und wird so bevorzugt.

Die Natur hat immer wieder auf allen Gebieten Minoritäten bevorzugt, darauf beruht schliesslich die Evolution, und gerade bei den Bakterien können wir Darwin's Entdeckung mit Leichtigkeit täglich nachprüfen. Wir sind in den letzten 20 Jahren Zeuge sehr schwerer Konsequenzen dieser Tatsache geworden: Ich meine das Überhandnehmen resistenter Insekten, bzw. Bakterien unter dem Selektionsdruck von DDT, bzw. Antibiotica.

Hat sich die Abhängigkeit des einen Organismus vom anderen einmal eingestellt, so ist es nur noch ein kleiner Schritt bis zur Schädigung des Wirtes durch Stoffwechselprodukte des Parasiten. Der pathogene Mikroorganismus ist auf den Plan getreten!

Dabei haben sich mit der Zeit subtile Gleichgewichtszustände eingestellt. Ein Parasit, der seinen Wirt mit hoher Wahrscheinlichkeit tötet, geht mitsamt seinem Wirt schliesslich zugrunde. Der optimal angepasste Parasit lebt auf Kosten des Wirtes, schädigt ihn aber nur minimal. Ein solcher Erreger ist heute das Kinderlähmungsvirus, welches, statistisch gesehen, nur ganz ausnahmsweise in einem Einzelfall zur klinischen Katastrophe führt.

Die Menschen kennen die Infektionskrankheiten und Seuchen seit Jahrtausenden. In vielen Beschreibungen sind Pocken, der Aussatz, Starrkrampf, die Pest klar erkennbar. Im 2. Buch Mose heisst es, dass Beulen aufbrechen bei Mensch und Vieh. Hippokrates (460–377 v. Chr.) verdanken wir die erste wissenschaftliche Seuchenlehre über Malaria, Fleckfieber, Pest, Pocken, Lungenschwindsucht. Virgil (70–19 v. Chr.) beschreibt die Maul- und Klauenseuche und Lukrez (gest. 55 v. Chr.) stellt erstaunlich treffsichere epidemiologische Betrachtungen an.

Nicht zuletzt wegen Aristoteles, der den Deckel zugeschlagen hat über grossartiger naturwissenschaftlicher Erkenntnis der Griechen vor seiner Zeit, hatte das Mittelalter abstruse Vorstellungen über das Seuchengeschehen. Pestilenzen sind die Strafe der Götter und später Gottes; Sonnenfinsternis, Kometen, Erdbeben, Miasmen sind verantwortlich. Noch heute bezieht sich der Hausarzt bei einer Grippediagnose unwissentlich auf die böse «Influenza», den Einfluss der Sterne, von denen alle Plagen und Seuchen herrühren. Auch noch in Gotthelf's Schwarzer Spinne ist die Pest eine Ausgeburt des Teufels. Dort, wo Christine vom grünen Jäger, eben dem Teufel, geküsst worden war, wuchs die Pestbeule und verbreitete das infektiöse Agens in Form von grauslichen Spinnen. Der Gottesfürchtige wird dank dem Einsatz von Kruzifix und Weihwasser geschont.

Als die Pest 1720 aus Europa verschwand, änderte sich die Denkweise über die Herkunft der Seuchen. Die Pest hatte wahllos die Guten und die Schlechten hinweggerafft, 1348 wurden in Europa in acht Jahren 2/3 der Population, d.h. 25 Mio. Menschen vernichtet. So wurde es zunehmend schwierig, mit dem Argument der Strafe Gottes zu fechten.

Mehr irdische Vorgänge kamen ins Spiel: Giftige Dämpfe, fauliger Rauch, verdorbene und eben verpestete Luft, Mal-aria (!) wurden an die Stelle von Sünde gesetzt, übrigens auch das ein Gedanke, der schon von Hippokrates geäussert worden war. Das war der Beginn der öffentlichen Hygiene.

Indessen, der Keimbegriff existierte noch nicht. Das Gewürm, welches auf der Erde kreucht, und welches man sogar noch in Haydn's «Schöpfung» als unangenehm empfindet, muss durch Urzeugung, die *generatio spontanea*, entstanden sein. Im alten China wurden Insekten von feuchtem Bambus produziert. Nach indischen Gesetzen von Manu entstanden Fliegen, Käfer und Würmer aus Schweiss, und im Nil der alten Ägypter kamen in der Sonnenhitze Frösche, Kröten, Schlangen und Mäuse aus dem Schlamm. Augustinus bezweifelte dies: «Wenn die Erde auch nach der Sintflut durch Spontangeneration Tiere hervorbringen würde, wäre ja die Arche überflüssig gewesen und im übrigen sei dem harmonischen Gott die Schöpfung von so etwas Abstossendem wie Mäuse nicht zuzutrauen.» Deshalb stellte der ebenso witzige wie hervorragende englische Virologe Andrewes 1965 fest, Noa und seine Menschen- und Tierfamilie müssten Virusträger gewesen sein. Das Konzept der Spontanerzeugung von Lebewesen hat bis weit ins 19. Jahrhundert hinein in den Köpfen gespukt und wurde von Pasteur mit Leidenschaft und Brillanz widerlegt. Hätte man nur auf Lukrez gehört, der 55 v. Chr. feststellte, «dass aus Nichts Nichts wird, selbst durch den Willen der Götter».

Louis Pasteur und Robert Koch haben mit ihren Schülern das Zeitalter der modernen medizinischen Mikrobiologie eingeleitet, die dann von 1875–1900 zur Entdeckung der meisten wichtigen menschen- und tierpathogenen Bakterien führte. Damit war die von Plenciz schon 1760 geäußerte Vermutung, die Infektionskrankheiten seien spezifisch mikrobiell verursacht, endlich wissenschaftlich belegt und jeglicher Spekulation der Boden entzogen.

So war das Feld offen für die nächsten hundert Jahre einer faszinierenden Forschung, die sich um die Antwort auf die folgenden vier Hauptfragen bemühte:

1. Welches sind die Eigenschaften der Krankheitserreger?
2. Wie unterscheidet man pathogene von nicht pathogenen Keimen?
3. Was macht der Erreger mit dem Wirt? und
4. Was macht der Wirt mit dem Erreger?

Es mag erstaunlich klingen, aber wir kennen bis heute von den wenigsten Infektionskrankheiten die molekularen Grundlagen ihrer Wirkungsweise. Dies trotz der stürmischen Entwicklung der Mikrobiologie unter Einbezug modernster naturwissenschaftlicher Methoden, was zur Folge hatte, dass seit 1958 14 von 21 Medizin-Nobelpreisen an Mikrobiologen verliehen wurden. Natürlich kennen wir subtilste Einzelheiten über die Erreger selbst, aber wissen immer noch nicht, weshalb *S. typhi* Typhus verursacht, *S. typhimurium* aber nur eine Magen-Darmentzündung mit Brechdurchfall. Ebenso wenig wissen wir darüber, weshalb humane Tuberkelbakterien Tuberkulose beim Menschen und beim Meerschweinchen verursachen, nicht aber beim Rind und Kaninchen. Ich möchte nur skizzenhaft ein paar Punkte hervorheben, die bei der Erforschung der Infektionsmechanismen, der sog. Pathogenese, zu beachten sind:

Jeder Erreger hat ein bestimmtes Wirtsspektrum. Z.B. befällt *S. typhi* nur den Menschen, das Schweinepestvirus nur das Schwein, der Milzbranderreger aber den Menschen und viele Tierarten. Eine Infektion kommt nur zustande, wenn die betref-



fende Spezies oder einzelne Zellen Rezeptoren besitzen, mit denen der Erreger oder dessen Toxine in Wechselwirkung treten können. Dem Menschen fehlt ein Rezeptor für das Hundestaupervirus, dem Hund ein solcher für das Masernvirus. Beide Arten sind aber für das Tollwutvirus empfänglich.

Bei Myxoviren und Bakteriophagen hat man sehr konkrete Vorstellungen über die Natur von Rezeptoren: Die Neuraminidase der hämagglutinierenden Myxoviren und Paramyxoviren (Influenza, Newcastle disease) bindet sich an Neuraminsäure, einen Bestandteil der Erythrozytenmembran.

Der polyvalente Salmonellaphage 0-1 erkennt eine ganz bestimmte Zuckerkonfiguration in der II. Region des Lipopolysaccharidkomplexes der gramnegativen Salmonella-Zellwand. Kommt es einmal zur Infektion, so braucht das noch lange nicht von Bedeutung zu sein. Infektionskrankheit kommt erst zustande, wenn es dem Erreger gelungen ist, einen erheblichen Organschaden zu setzen. Dies hängt von zwei Dingen ab: 1. von der Erreger-Virulenz und 2. von der Resistenz des Wirtes.

Die einzelnen Bakterien- oder Virusstämme einer pathogenen Art entfalten eine unterschiedliche Virulenz, die gegeben ist durch die Fähigkeit eines Mikroorganismus, Toxine zu bilden, oder in ein Gewebe einzudringen, d.h. invasiv zu sein oder von beidem. Die Erreger von Botulismus und von Starrkrampf bilden die giftigsten Toxine, die in der Natur vorkommen, dringen aber nicht in das Gewebe ein. Pneumokokken sind vor allem invasiv, weil sie über Hyaluronidase verfügen, welche die Kittsubstanz im Bindegewebe, nämlich die Hyaluronsäure, abbaut.

Mit der zweiten Bedingung für das Zustandekommen einer Infektion, nämlich der Resistenz des Wirtes, sind wir alle aus persönlichem Erleben vertraut: Wir wissen, dass wir bei einer guten körperlichen und seelischen Verfassung Aussicht haben, einer Infektionskrankheit Widerstand zu leisten, wir sind resistent, während wir bei einer Schwächung verschiedenster Ursache anfällig sind. Psychische Momente spielen dabei eine hervorragende Rolle, sogar bei Tieren. Kussmaul beobachtete, dass Patienten mit Lungenentzündung erst dann starben «wenn sie sich selbst aufgegeben hatten». Dumarest schrieb bezüglich der Tuberkulose: «Die Fröhlichen genesen immer», wogegen sich die «passions tristes» nach Laennec vernichtend auswirken.

Die Pathogeneseforschung bemüht sich, mit Hilfe molekularbiologischer und vor allem auch genetischer Methodik die Substrate zu beschreiben, die bei der schädlichen Interaktion zwischen dem Erreger und der Zielzelle beteiligt sind. Bei gewissen Krankheiten ist dies schon in detaillierter Weise möglich: Das Diphtherietoxin z.B. greift in die Translation ein. Es verhindert dadurch die Proteinsynthese, weil es sich an der A-Stelle des Ribosoms fixiert, wo die Aminosäuren durch Vermittlung der Transfer-Aminosäuren auf den entsprechenden Codons der Messenger-RNA versammelt werden sollten.

Bei den enteropathogenen Colibakterien hat man Plasmide, kleine ringförmige, autonome DNA-Stücke nachgewiesen, die für Enterotoxin und/oder Fimbriensynthese codieren: Die Enterotoxine von *Vibrio cholerae* und *E. coli* aktivieren Adenylzyklase in den Darmepithelien und das dadurch entstehende zyklische Adenosinmonophosphat (cAMP) führt zur Ausschüttung von grossen Flüssigkeitsmengen in den Darm, mehr als wieder resorbiert werden kann.

Die Fimbrien sind Oberflächenantigene mit der Fähigkeit zur Adhäsion an Oberflächen. Sie erlauben damit der enteropathogenen Colizelle die Kolonisation der Darmzotten.

Nachdem wir erfahren haben, wie es beim Individuum zur Infektion kommt, müssen wir uns überlegen, wie sich eine Seuche, eine Epidemie entwickelt. Epidemios bedeutet: Über das Volk verbreitet. Epidemie heisst also Massenerkrankung bei menschlichen und tierischen Populationen.

Ist das Individuum infiziert, so ist es, ob krank oder gesund, ein Keimträger. Der Keimträger wird dann zur Gefahr für seine Umgebung, wenn der Erreger vom primären Herd den Weg nach aussen findet; durch Inhalation von infektiösem Staub und Tröpfchen, durch den Geschlechtsverkehr. Zur direkten Übertragung gehört auch die Infektion des Fötus im Mutterleib oder bei der Geburt. Die indirekte Übertragung erfolgt über infizierte und nicht infizierte Drittpersonen und Tiere, über verunreinigte Gegenstände und vor allem durch Lebens- und Futtermittel.

Diese Verhältnisse waren ebenfalls, wenn auch dumpf, seit alters her bekannt. Varro erzählt im 2. Jh. v. Chr.: «An feuchten Orten wachsen ganz kleine Tierchen, die man mit dem Auge nicht sehen kann und die mit der Luft durch Mund und Nase in den Körper eindringen und schwere Krankheit verursachen.»

Im Mittelalter war natürlich die Übertragbarkeit von Pest und Lepra mit allen praktischen Konsequenzen bekannt. Die gewaltige Pest-Pandemie, eine Seuche, die sich über Kontinente ausbreitet, nahm ihren Anfang 1341, als Genueser Kaufleute von China zurück, sich vor Tataren auf den Handelsplatz Caffa auf der Krim retteten. Die Belagerer warfen die Leichen ihrer Leute, die an Pest gestorben waren, über die Stadtmauer und erfanden dermassen die biologische Kriegführung. Als die Belagerer durch die eigene Pest dezimiert waren, verschwanden sie. Die überlebenden Kaufleute reisten weiter nach Konstantinopel, Genua, Venedig und die Pest brach in Europa aus. In 8 Jahren starben 25 Mio. Menschen. 1403 zog Venedig die Konsequenzen indem sich Reisende aus Seuchengebieten einer Quarantäne unterziehen mussten, d.h. quaranta giorni auf dem Schiff zu bleiben hatten.

Schon immer, und heute nicht minder, hat der internationale Verkehr von Menschen und Waren die Verbreitung von Seuchen besorgt: Die Lepra kam aus dem Osten zur Zeit der Kreuzzüge, die Cholera im 19. Jh., ebenfalls aus dem Orient. Aus dem frisch entdeckten Amerika haben wir die Syphilis bezogen, als «Gegenleistung» die Pocken dorthin exportiert: Die spanischen Eroberer von Mexiko haben die Indianer nicht durch schwere Minenarbeit und notorische Brutalität ausgelöscht, sondern durch die Importation der Pocken aus Kuba. Das Gelbfieber kam aus Afrika und unsere Zivilisation – man hat Hemmungen bei diesem Wort – brachte den Eingeborenen Afrikas die Pocken, die Syphilis, die Tuberkulose und viele andere Infektionskrankheiten.

Die wichtigsten Seuchen der Geschichte hatten, gleichgültig woher sie kamen und wie sie sich ausbreiteten, ein gemeinsames Charakteristikum: Sie stifteten unter der Bevölkerung, die zum ersten Mal Kontakt hatte, allergrössten Schaden. Ausserdem begleiteten Epidemien immer Auswanderer, Kriege, soziale Umwälzungen, und

Hans Zinsser, ein bedeutender Mikrobiologe, stellt in seinem Buch «Rats, lice and history» zu Recht fest, dass Flecktyphus, Pest, Cholera, Typhus, Dysenterie zweifellos mehr Feldzüge entschieden haben als Cäsar, Hannibal, Napoleon und alle Generale der Geschichte zusammen. Man hat auch allen Grund anzunehmen, dass die Justinianische Pest ca. 560 n. Chr. dem alten Rom den Gnadenstoss gegeben hat. Die vier europäischen Pestzüge des 14. Jh. haben ausserdem zu einer weitgehenden moralischen, religiösen und politischen Desintegration geführt. Alle Seuchen verhinderten zudem bis zum 19. Jh. eine Übervölkerung.

Besondere Bedeutung für die Seuchenverbreitung hatten natürlich die immer grösser werdenden Städte, wo die Strassen von menschlichem und tierischem Unrat verstopft waren und die Wasserversorgung jeder Beschreibung spottete. Die Tatsache, dass Arbeiterfamilien im England des 19. Jh. besonders gefährdet waren und jedes zweite Kind an Tuberkulose, Typhus, Ruhr, Cholera vor dem fünften Lebensjahr starb, hat zu erheblichen politischen Konsequenzen geführt. Aufgrund des 1842 erschienenen Berichtes des Rechtsanwaltes Edwin Chadwick über die sanitären Verhältnisse der arbeitenden Bevölkerung Grossbritanniens breitete sich eine Gesundheitsreform von England über die westliche Welt aus. Jedem Menschen sollten die Segnungen der Luft, des Wassers und des Lichtes zugestanden werden. Die grosse Choleraepidemie von 1849 in London, die damals noch ohne Kenntnis des Erregers von John Snow als Trinkwasserepidemie erkannt wurde, hat weiter dazu beigetragen, eine Reihe von sozialen Reformen auszulösen, die unter anderem die Beendigung der Kinderarbeit und der 69-Stundenwoche brachten.

Ein wichtiges, z.T. geheimnisvolles Charakteristikum von Seuchen ist deren Fluktuation. Die Lepra erlosch plötzlich im Mittelalter, die Cholera 1923, aber 1963 gab es wieder einen Einbruch von Westburma her. Diese Ursachen sind unbekannt. Wir kennen auch nicht die Gründe für die saisonmässige Gebundenheit der sogenannten Erkältungskrankheiten, jedenfalls gibt es dafür keine virologische Erklärung. Zwei Beispiele sollen aber zeigen, dass völlig verschiedene Ursachen zu einem periodischen Verlauf von Seuchen führen können:

1. Der Verlauf der Fuchstollwut folgt während eines Jahres einer zweigipfligen Kurve. Eine Frühjahrsspitze entsteht durch die Ranzzeit im Januar/Februar: Die um eine Fähe rivalisierenden Rüden bringen sich Bissverletzungen bei und übertragen dadurch die Tollwut. Im Herbst entsteht ein zweiter Gipfel als Folge der vermehrten Fuchspopulation, die durch die im August selbständig, d.h. raubmündig gewordenen Jungtiere aufgefüllt wird. Es bestehen also enge Beziehungen zwischen dem Seuchenverlauf und der Biologie des Rotfuchses. Jedes vierte Jahr bildet sich ausserdem ein Höhepunkt im Seuchenvorkommen. Die Seuchenfrequenz ist von der Dichte der empfänglichen Bevölkerung abhängig und man weiss, dass bei Abschusszahlen von einem Fuchs/km<sup>2</sup> die Kontaktwahrscheinlichkeit so gering ist, dass die Tollwut zum Erlöschen kommt.

Ähnliche Selbstbegrenzungen von Seuchen kennt man bei natürlichen Ratten- und Mäusepopulationen. Bei Überschreiten einer gewissen Bevölkerungsdichte steigt die Infektionswahrscheinlichkeit so stark, dass sich die Zahl der Individuen auf einem niedrigeren Niveau wieder einpendelt.



Die Menschen haben diese selbst-limitierenden Mechanismen teilweise ausser Kraft gesetzt, vor allem durch die erfolgreiche Bekämpfung der Säuglingssterblichkeit oder z.B. der Malaria und fast aller Infektionskrankheiten. Indessen, der Malaria-tod ist durch den Hungertod ersetzt worden, weil falsche Prioritäten gesetzt wurden.

Wenn eine Infektion die gesamte Population einer dicht besiedelten Gegend erfasst hat, spricht man von Durchseuchung, die die Häufigkeit klinischer Erkrankung auf fast Null reduziert. Das Gegenteil tritt ein, wenn eine Population nie Kontakt mit einem bestimmten Erreger hatte: 1885 besuchte der König der Fidji-Inseln Sidney und brachte als Resultat die Masern in seine Heimat, was 40000 von 150000 Eingeborenen den Tod brachte. Was eigentlich mikrobiologisch/immunologisch bei der grossen Grippeepidemie von 1918 vor sich ging, die 20 Millionen Tote in der ganzen Welt hinterliess, kann nicht mehr rekonstruiert werden. Viele starben an Staphylokokken- Lungenentzündung.

2. Von der Grippe weiss man, dass sie mit einem Turnus von 8–20 Jahren als Pandemie den Globus umkreist. Deren Erreger, die Influenzaviren, zeichnen sich durch eine grosse Variabilität der Hüllenantigene, d.h. des Hämagglutinins und der Neuraminidase aus, mit deren Hilfe das Virus sich an die Gewebezellen heftet. Diese Antigene unterliegen kontinuierlichen genetischen Veränderungen, der sogenannten antigenic-drift und -shift. Erreichen diese Änderungen ein gewisses Mass, so erkennen die Immunkörper einer Bevölkerung diese Virusvarianten nicht mehr und ihre Neutralisation unterbleibt. Die Population ist immunologisch schutzlos und die Seuche rast in Monaten um die Welt. Andererseits flaute die asiatische Grippe 1957 in Melbourne nach 8 Wochen wieder ab, weil 45% der Bevölkerung Antikörper gegen das Virus gebildet hatten. Das ergibt eine Verdünnung der empfänglichen Individuen wie bei der Fuchstollwut und bald reicht die Streuquote nicht mehr aus, um die Epidemie zu unterhalten. Was unternimmt man medizinisch gegen Infektionskrankheiten bei Mensch und Tier? Wir alle wissen, dass neben allgemeinen hygienischen Massnahmen, die dem Zivilisationsstand eines Landes entsprechen, vor allem die Insektenbekämpfung, die Chemotherapie und stets raffiniertere Impfungen mit so grossem Erfolg eingesetzt werden, dass die Infektionskrankheiten im Grossen und Ganzen unter Kontrolle sind. Der Nobelpreisträger Sir MacFarlane Burnet spricht von der Ausschaltung der Infektionskrankheiten als einer der grössten sozialen Revolutionen der Geschichte.

Immerhin ging diese Ausschaltung so weit, dass wir jetzt vor dem gewaltigsten Problem unserer Zeit stehen, der Bevölkerungsexplosion. Es ist im Interesse unseres Überlebens dringend zu hoffen, dass sich bald einmal die Religionen jeglicher Observanz der Erziehung zu Familienplanung zuwenden.

Aber die Natur überspielt uns dauernd. Dem beispiellosen Siegeszug der Chemotherapie ist die Ernüchterung wegen der Resistenzbildung bei den Erregern auf dem Fusse gefolgt. Die Resistenzmechanismen sind genetischer Natur und bestens bekannt und sie haben bereits vielerorts zu schwer beherrschbaren Epidemien und vor allem zur Entwicklung des Hospitalismus geführt.

Ähnliche genetische Vorgänge, auf die hier nicht eingegangen werden kann, führen dazu, dass neue, bisher unbekannte Erreger auftauchen. Ich erinnere an die in der Presse bekannt gewordenen Ausbrüche der amerikanischen Legionärs-Krankheit oder an das Marburgvirus, welches mit afrikanischen Meerkatzen importiert, in einem deutschen Institut rasant verlaufende tödliche Erkrankungen auslöste. Zwischen 1950–1960 wurden 20–30 neue Virusarten gefunden, die alle für die Atemwege des Menschen pathogen sind. Im Darmtrakt gibt es jetzt mindestens 60 verschiedene Virusarten, die dem Erreger der Kinderlähmung gleichen.

So sieht sich die medizinische Mikrobiologie in der Human- und Veterinärmedizin vor stets neue Probleme gestellt. Die veterinärmedizinische, mikrobiologische Diagnostik wird zwar immer raffinierter, die Methoden werden laufend modifiziert, ein Trend zur rationellen Massendiagnostik und -Serologie ist erkennbar, aber aus ökonomischen Gründen ist diesem Aufwand eine Grenze gesetzt. Das Jahr 1979 hat mit dem plötzlichen Ausbruch der IBR/Seuche jedem Tierarzt klargemacht, dass wir unvermittelt vor neue Situationen gestellt sind. Die zwar unerlässliche Tages-Diagnostik darf deshalb am wenigsten die universitären Institute an der viel wichtigeren Entwicklungs- und Forschungsarbeit hindern. Der früher gemachte Vorschlag der arbeitsteiligen Organisation einer vorwiegend diagnostisch tätigen «Landes-Untersuchungsanstalt», die eng mit dem universitären Lehr- und Forschungsbetrieb zusammenarbeitet, sei deshalb hier wiederholt.

#### Literatur

*Burnet F. MacFarlane*: The Natural History of Infectious Disease. Ed. 3. Cambridge University Press, Cambridge 1962. – *Camus A.*: Die Pest. Rowohlt Reinbek/Hamburg 1965. – *Dubos R.* und *M. Pines*: Mikroben, Gene, Vitamine. TIME-life-Bücher. Rowohlt Reinbek/Hamburg 1970. – *Fey H.*: Kompendium der allgemeinen medizinischen Bakteriologie. Parey Studentexte 19, Paul Parey Berlin 1978. – *Grumbach A. und O. Bonin*: Die Infektionskrankheiten des Menschen und ihre Erreger. G. Thieme Stuttgart, 2. Auflage, 1969. – *Koestler A.*: Die Nachtwandler. A. Scherz, Bern 1959. – *Lukrez*: Von der Natur der Dinge. Fischer Bücherei KG, Frankfurt a/M. 1960. – *Moses*: 2. Buch. – *Schwabe Calvin W.*: Veterinary Medicine and Human Health. The Williams + Wilkins Co., Baltimore 1964. – *Schwyzer R.*: Erforschung des Lebendigen. Eine molekularbiologische Betrachtung für Laien. Zürcher Neujahrsblatt 1980. – *Varro*: zit. n. Hausmann W. Vet. Med. Nachrichten Behring 4 (1966). – *Virgil*: Landleben 3. Gesang. – *Wald G.*: The chemical bases of life. Sci. Amer. August 1954. – *Zinsser H.*: Rats, Lice and History. Little, Brown and Co., Boston, 1935. – *Zweig St.*: Die Welt von Gestern. Fischer Verlag 1979.