Linné und die Mikroorganismen.

Von

Prof. Ernst Almquist
(Stockholm).

In älteren und auch hier und da in neueren bakteriologischen Arbeiten findet man Angaben über Linné. So zitiert z. B. Colin 1879 Linnés Anschauung über die Ätiologie der Dysenterie. In Löfflers bekannten Vorlesungen (1887 S. 9) treffen wir Auszüge aus zwei Linnéschen Schriften: *Systema naturæ*, edit XII, und *Exanthemata viva*. Gewöhnlich begegnen wir in der Literatur aber nur den Behauptungen und Schlußfolgerungen von Linné. Wie er zu ihnen gekommen ist zu untersuchen, hat jedoch mindestens ebenso großes Interesse.

Es ist eine schwierige und mühevoll Arbeit, eine genaue Übersicht über die betreffenden Studien von Linné zu liefern. Die Ursache liegt nicht nur in dem Abstand der Zeit, der lateinischen Sprache, in dem uns fremden Gedankengang und der altmodischen Terminologie. Es ist auch die Art und Weise, wie Linné studierte und seine Beobachtungen veröffentlichte, die besondere Schwierigkeiten mit sich bringt, wie beim Durchsehen der folgenden Literaturangaben sich von selbst ergibt. Wir sehen unter anderem, wie umfassend diese Literatur ist. Schließlich muß hervorgehoben werden, daß man in fast jeder Schrift von Linné hygienischen und bakteriologischen Einzelheiten begegnet. Linné umfaßte nämlich die ganze Biologie und behandelte seinen Stoff immer möglichst allseitig. Sogar in *Systema naturæ* und *Fauna suecica* finden wir Einzelheiten, an denen wir nicht vorbeigehen dürfen.

Ich werde zuerst die betreffende Literatur anführen und darauf zum Referieren des hauptsächlichlichen Inhalts übergehen. Ich werde versuchen,

die von Linné benutzten Arbeitsmethoden zu analysieren und zuletzt eine Darstellung über die Bedeutung der Arbeiten Linnés über die Mikroorganismen zu geben.

A. Schriften über Hygiene und Mikroorganismen.

I. Reisen und Reiseinstruktionen.

1. *Iter lapponicum* 1732.
 2. *Iter ad fodinas*. 1733.
 3. *Iter dalecarlicum* 1734.
 4. *Iter ad externos* 1735.
- Diese 4 Reisen sind von Ährling, Stockholm 1889, herausgegeben.
5. *Öländska och gothländska resan* 1741. Stockholm 1745.
 6. *Wästgöta-resan* 1746. Stockholm 1747.
 7. *Skånska resan* 1749. Stockholm 1751.
 8. *Oratio qua peregrinationum intra patriam asseritur necessitas*. Vorlesung, Upsala 1741.
 9. *Instructio peregrinatoris*. Dissert. 1759. Respond. E. A. Nordblad.

II. Wissenschaftliche Untersuchungen.

10. *Nutrix noverca*. Dissert. 1752. Respond. F. Lundberg.
11. *Fundamenta valetudinis*. Dissert. 1756. Respond. P. Engström.
12. *Senium Salomoneum*. Dissert. 1759. Respond. J. Pilgren.
13. *De dieta per scalam ætatis humanæ observanda*. Dissert. 1764. Respond. D. J. Öhrqvist.
14. *Metamorphosis humana*. Dissert. 1767. Respond. J. A. Wadström.
15. *De morbis ex hyeme*. Dissert. 1752. Respond. S. Brodd.
16. *Aër habitabilis*. Dissert. 1759. Respond. J. V. Siefvert.
17. *Respiratio dietetica*. Dissert. 1772. Respond. J. Ullholm.
18. *Motus polychrestus*. Dissert. 1763. Respond. C. Lado.
19. *Morbi artificum*. Dissert. 1765. Respond. N. Skragge.
20. *De acetariis*. Dissert. 1756. Respond. H. v. d. Burg.
21. *De pane dietetico*. Dissert. 1757. Respond. J. Svensson.
22. *Culina mutata*. Dissert. 1757. Respond. M. G. Österman.
23. *De pinquedine animali*. Dissert. 1759. Respond. J. Lindh.
24. *Hortus culinaris*. Dissert. 1764. Respond. C. J. Tengborg.
25. *De varietate ciborum*. Dissert. 1767. Respond. A. F. Wedenberg.
26. *Circa fervidorum et gelidorum usum parænesis*. Dissert. 1765. Respond. C. Ribe.
27. *Potus coffeæ*. Dissert. 1761. Respond. H. Sparschuh.
28. *Inebriantia*. Dissert. 1761. Respond. O. R. Ålander.
29. *Anmärkingar om öl* (über Bier). Wet. Akad. Handl. 1763.
30. *Spiritus frumenti*. Dissert. 1764. Respond. P. Bergius.

31. Potus theæ. Dissert. 1765. Respond. P. C. Tillæus.
32. Potus chocolatæ. Dissert. 1765. Respond. A. Hoffmann.
33. De morsura serpentum. Dissert. 1762. Respond. J. G. Acrell.
34. De raphania. Dissert. 1763. Respond. G. Rothmann.
- [35. De scorbuto. Dissert. 1775. Auctor E. D. Salomon.]
36. Diæta acidularis. Dissert. 1761. Respond. E. Vigelius.
37. Cura generalis. Dissert. 1766. Respond. J. G. Bergman.
38. Medicus sui ipsius. Dissert. 1768. Respond. J. Grüsselius.
- [39. Canones medici. Dissert. 1775. Auctor S. A. Hedin.]
40. Genera morborum. Dissert. 1759. Respond. J. Schröder.
41. Hypothesis nova de febre intermittente. Dissert. 1735.
42. Tal om märkvärdigheter uti insekterna (über Merkwürdigkeiten bei den Insekten). Rede 1739, in Stockholm 1739, 1747, 1752 und 1762 lateinisch gedruckt.
43. Om slökorn. Wet. Akad. Handl. 1750.
44. Miracula insectorum. Dissert. 1752. Respond. G. E. Avelin.
45. Noxa insectorum. Dissert. 1752. Respond. M. A. Bäckner.
46. Rön om orsaken till fallandesoten å Skåne och Wernshärad (über die Ursache der Epilepsie in Schonen). Wet. Akad. Handl. 1742.
47. De Tænia. Dissert. 1748. Respond. G. Dubois.
48. Febris upsaliensis. Dissert. 1757. Respond. A. Boström.
49. Morbi expeditionis classicæ MDCCLVI. Dissert. 1757. Respond. P. Bierchén.
50. Exanthemata viva. Dissert. 1757. Respond. J. C. Nyander.
51. Lepra. Dissert. 1765. Respond. J. Uddman.
52. Mundus invisibilis. Dissert. 1767. Respond. J. C. Roos.
53. Morbi nautarum Indiæ. Dissert. 1768. Respond. C. H. Wänman.
54. Noctiluca marina. Dissert. 1752. Respond. C. F. Adler.

Zu dieser beträchtlichen Anzahl kommen noch einige populär-hygienische Schriften und die öffentlichen Vorlesungen von Linné über die Diätetik, die A. O. Lindfors 1907 in Upsala veröffentlicht hat.

Die Dissertationen sind in Linnés *Amoenitates academicæ* umgedruckt worden. Dieses Sammelwerk hat mehrere Auflagen erlebt.

In das Verzeichnis sind, mit Ausnahme von systematischen, nicht medizinischen Schriften, alle diejenigen Arbeiten aufgenommen, die etwas von Interesse für den Hygieniker und Bakteriologen bieten. Ich habe auch alle hygienischen Schriften mitaufgenommen, weil sie eine Vorstellung über die umfassende Wirksamkeit Linnés auf diesem Gebiete geben, und weil ein Teil von ihnen nicht hätte abgesondert werden können.

In *Exanthemata viva* (50) und in *Mundus invisibilis* (52) gibt Linné eine Übersicht über seine Resultate, und diese beiden höchst merkwürdigen Schriften sind auch in der Literatur recht viel beachtet worden, jedoch bei weitem nicht in dem Maße, wie sie es verdienen. Eine Ursache liegt darin, daß im Auslande nicht Linné, sondern die Respondenten Nyander und Roos für die Verfasser gehalten worden sind, so von Guettard 1770¹, so noch im Handbuch von Kolle und Wassermann.² In der Tat war aber Linné der Verfasser und der Respondens hatte nur den Inhalt zu verteidigen und wohl auch die Druckkosten zu bezahlen. Wo der Respondens wirklich selbst der Verfasser einer Dissertation gewesen ist, habe ich sie ausgelassen. Nur zwei solche Dissertationen (35 und 39) sind oben aufgeführt, beide innerhalb von Klammern.

Die genannten beiden zusammenfassenden Darstellungen seiner Resultate in Hinsicht auf die Mikroorganismen sind wohl höchst interessant, aber sie geben doch längst nicht ein hinreichendes Verständnis dafür, wie Linné so weit gekommen war. Um dies zu verstehen, müssen wir zuerst seine Reisen studieren. In diesen finden wir nämlich Aufschluß über die Art und Weise, wie seine Beobachtungen entstanden sind.

B. Linnés Beobachtungen und Schlußfolgerungen.

a) Die Ätiologie der Infektionskrankheiten.

Malaria. In seiner Doktordissertation 1735 (41) tritt Linné mit einer neuen Hypothese über die Ursache des Wechselfiebers hervor. Sie stützt sich auf umfassende Beobachtungen über Erscheinen und Ausbleiben dieser Seuche in Schweden. Die Beobachtungen hatte er während seiner Reisen und auch in Upsala unter den Studenten gemacht. Er gibt eine Übersicht über diejenigen Landschaften, die heimgesucht, und diejenigen, die frei von Malaria waren. Weiter teilt er mit, daß die Seuche im Frühling, manchmal auch erst im Sommer erscheine, daß sie dann verschwinde, um im nächsten Frühling wiederzukommen.

Dieses eigentümliche örtliche und zeitliche Verhalten fand Linné mit den älteren Hypothesen unvereinbar, nach denen Wechselfieber durch feuchte Wohnung, Erkältung oder gewisse Nahrung entstehen sollte. Dagegen hatten nach seinen Beobachtungen alle heimgesuchten Landschaften gemeinsam, daß Lehm Boden vorherrschend war, während die freiausgehenden Landschaften wenig Lehm aufwiesen. Im Frühling, wenn das Wechselfieber häufig werde, seien in den betreffenden Landschaften alle Gewässer

¹ *Mémoires sur différentes parties des sciences et arts*. Paris 1770. T. II. p. 473.

² Bd. I. S. 8.

durch Lehm getrübt, im Sommer nehme der Gehalt an Lehm ab, um im Winter zu verschwinden. Also eine zeitliche Entwicklung, die mit dem Hervortreten der Seuche übereinstimme. Den einzigen Lappländer, den er an Wechselfieber leidend fand, sah Linné aus einer lehmhaltigen Quelle sein Wasser nehmen. Diese Quelle war die einzige lehmhaltige, die er im ganzen Lappland beobachtete.

Nach dieser Hypothese sollte das Wechselfieber durch Lehm im Trinkwasser entstehen. Unten werden wir sehen, daß Linné später auf andere Gedanken kam und auch bei der Malaria an eine Infektion dachte (52).

Zu jener Zeit nahm man vielfach an, daß mineralische Schädlichkeiten im Trinkwasser Krankheiten hervorriefen. So wurde behauptet, daß das Wasser im Seine-Fluß durch den Kalkgehalt Dysenterien verursachte. Ähnliches hörte Linné in der Gemeinde Orsa in Dalarne in bezug auf Schwindsucht (3).

Tuberkulose. Während seiner Reise in Dalarne traf Linné in der obengenannten Gemeinde eine höchst lehrreiche Schwindsuchtepidemie. Die Bevölkerung erwarb sich ihren Unterhalt hauptsächlich durch Hauen von Schleifsteinen. Dabei entwickelte sich viel Staub von Sandstein, der die Lungen angreift. Linné gibt an, daß die Männer selten ein höheres Alter als 20, 30 oder 40 Jahr erreichten, während Frauen und Kinder frei ausgingen. Linné wundert sich darüber, weil die Krankheit als erblich oder auch als contagiös angesehen war.

Diese Gemeindeepidemie von Schwindsucht in Orsa ist jetzt von Dr. Wange näher studiert worden, wobei die Beobachtungen von Linné bestätigt worden sind. Die Epidemie hat nunmehr seit kaum mehr als 50 Jahren aufgehört, seitdem die genannte Industrie aufgegeben ist. Sie dauerte wenigstens 150 Jahre und läßt sich statistisch sehr genau studieren. Dr. Wange folgert aus dem auffallenden Freibleiben der Frauen, daß die Bevölkerung für Schwindsucht wenig disponiert war und nur durch den Sandsteinstaub der Ansteckung zum Opfer fiel.¹

Linné kommt auf die Ätiologie der Tuberkulose öfters zurück. So beobachtet er, wie die Steinhauer in Stockholm der Schwindsucht anheimfallen (17); ein anderes Mal erzählt er von einem feuchten, ungesunden Bauernhause im westlichen Schweden, wo alle Insassen hektisch wurden (16). Er schildert auch einzelne Fälle von Ansteckung: ein Kleidungsstück aus Fell wurde von einer hektischen Frau genäht; sieben Personen, die nacheinander das Stück besessen hatten, starben alle an Schwindsucht. Ein

¹ *Hygienisk Tidskrift*. 1908. Bd. I. p. 260.

Student, der ein Zimmer bezog, worin eben ein anderer an Schwindsucht gestorben war, starb innerhalb eines Jahres an derselben Krankheit. Linné zieht daraus den Schluß, daß die Schwindsucht eine völlig gesunde Person angreifen kann und in gewissen Fällen durch Ansteckung entsteht, obgleich bis dahin niemand an die Ansteckung durch kleinste Tierchen gedacht hatte (51).

In der zweiten Auflage seiner 1739 in der Akademie der Wissenschaften gehaltenen Präsidentenrede (42) spricht Linné sich zum ersten Mal über die Bedeutung der Mikroorganismen aus. Er redet von den Insekten, deutet aber auch auf die Mikroorganismen. Sein Gedankengang ist wie folgt: Wir wissen wenig über die Insekten. Wer aber mit ihnen sich beschäftigt, muß Geduld haben; er muß während langer Zeit und nicht zu hastig seine Beobachtungen machen. Es sind die Insekten, die der Schöpfer aussendet, wenn er die Menschen heimsucht. Er läßt sie sich vermehren wie der Sand am Meere; sie verderben die Ernte auf dem Felde und die Nahrungsmittel im Hause. Ja der Allmächtige befiehlt den kleinsten Sirones (Acari), uns zu schlagen, so daß vom Kopf bis zum Fuß nichts gesund bleibt, ganz zu schweigen von den Mordegen, die uns mit Pest, Pocken, Fleckfieber und anderen ansteckenden Krankheiten schlagen.

Denselben Gedankengang setzt Linné in einer neuen Abhandlung drei Jahre später fort (43). Wir Menschen, meint er, verachten am meisten die kleinsten Dinge, obgleich diese die größten Wirkungen zur Folge haben. Vianelli hat neulich gezeigt, daß kleinste Würmer die Tiefe des Meeres erleuchten können (54). Es ist auch möglich, daß kleine Würmer es sind, die das Vieh im ganzen Europa durch die jetzt gangbare Viehseuche weggefeht haben. Es ist weiter sogar möglich, daß Pocken, Masern, Dysenterie, Syphilis und Pest durch kleinste Würmer entstehen. Die Scabies beruht ja offenbar auf nichts anderem als kleinen Acari. Den Unterschied zwischen den Acari in Mehl und denen bei Scabies hat Linné nicht bemerkt; er glaubt deshalb, daß Scabies durch Pudern mit Mehl entstehen könne.

Ungefähr dasselbe wird in der Dissertation Nr. 44 wiederholt. Linné klagt hier, daß die Forschung die kleinsten Insekten und Würmer vernachlässigt habe. Swammerdam und Merrettus, so führt er aus, sprechen vom Wasser, das wie Blut aussieht, was von einem kleinen Insekt hervorgerufen ist. Der Käse kann so voll von Maden sein, daß er zu Maden umgewandelt zu sein scheint. Diese Erscheinung ist als eine *Generatio spontanea* aufgefaßt worden. Wenn jedoch dieselben Maden in einem geschlossenen Raum gehalten werden, so entwickeln sie sich zu Fliegen.

Anthrax. In derselben Dissertation spricht Linné auch über die „Furia infernalis“, die große Verheerungen unter Menschen und Vieh im nördlichen Finland verursachte. Heute wissen wir, daß diese wunderbare Seuche nichts anderes als Milzbrand gewesen ist. Sie hatte zuerst 1719 bei der Überschwemmung von Finland durch russisches Militär sich bemerkbar gemacht. Die Krankheit fing immer beim Vieh an und ging erst danach auf den Menschen über. Pferde, Rinder, Schafe und Schweine wurden in großer Zahl weggerafft. Auch recht viele Menschen starben und noch mehrere erkrankten. Die Seuche erschien im nördlichen Finland im Anfang Juli oder etwas später und dauerte manchmal den ganzen Winter fort. Sie wütete besonders in trockenen und heißen Sommern.

Ein dort erkrankter Prediger sandte Linné ein 4^{mm} langes Würmchen, das er in einer Wunde am Knie gefunden hatte. Es kam trocken an und konnte nicht gut beschrieben werden. Dessen ungeachtet nahm Linné es unter dem Namen Furia infernalis in sein Systema naturæ auf. In der 12. Auflage dieses Werkes wird mitgeteilt, daß er selbst 1728 in Lund an der Krankheit gelitten habe.

Als Linné nach seinem Besuch in Lappland 1732 Luleå und Torneå besuchte, hörte er von einer Viehseuche sprechen, die besonders das weidende Vieh angriff. Beim Enthäuten der gefallenen Tiere schwellen die Hände der Leute an; ja Gangrän konnte entstehen. Einige Menschen starben daran (1, S. 90, 171).

Linné vermutete damals, daß die giftige Cicuta virosa das Vieh töte. Jetzt scheint es sicher zu sein, daß in allen diesen Fällen Milzbrand vorlag, und daß die „Furia infernalis“ in der Tat sich als Vorgänger des Bacillus anthracis erweist.

Scabies. Die kleine Spinne, Acarus scabiei, war schon vor Linné gekannt und abgebildet. Aber nur die wenigsten der damaligen Ärzte hatten sich überzeugt, daß diese Spinne die eigentliche Ursache der Scabies ausmachte. Linné beschreibt, wie das Tierchen die Vesikeln und dadurch die Krankheit hervorruft. Die Biologie dieser Tierchen erklärt nach ihm die Symptome der Krankheit. Wenn sie lebhaft werden, entsteht das Jucken usw.

Nach der damaligen Physiologie bestand eine ziemlich offene Verbindung zwischen der äußeren Haut und den inneren Teilen des Körpers. Besonders sollten sich die Poren der Haut bei Erkältung und bei gewissen anderen schädlichen Einflüssen öffnen. Dabei sollten die Tierchen in die Tiefe wandern und dadurch Schmerzen, Fieber und schwere Leiden verursachen, bis sie wieder zur Haut auswanderten. Linné fordert die Ärzte auf zu untersuchen, ob nicht allerlei kontagiöse und exanthematische Fieber, Pocken und Syphilis sich von Acarusarten herleiten ließen, ob

diese nicht, wie bei Scabies, ansteckten und unter gewissen Verhältnissen mit dem Verschwinden des Ausschlages nach dem Innern des Körpers wanderten (44). Es sei wahrscheinlich, daß auch Dysenterie, Herpes, Serpigo, Elephantiasis und Tinea durch Acarusarten entstünden. Die Insekten seien die kleinsten und zugleich die zahlreichsten aller Tierchen. Ihre Vermehrung gehe fabelhaft schnell vor sich (45).

Die parasitären Würmer sind von Linné eingehend studiert. In einer Dissertation (47) werden diejenigen Arten von *Ascaris*, *Lumbricus* und *Tænia* beschrieben, die bei Menschen gewöhnlich sind, und auch einige bei Hunden gefundene Arten. Manche dieser Parasiten kommen nach Linné auch im Wasser vor und werden mit dem Trinkwasser und der Nahrung aufgenommen. Eine *Tænia*-art sah er in einem Sumpf in Dalarne (3).

1754 und in den folgenden Jahren hatte Linné gute Gelegenheit, mehrere Epidemien zu studieren. 1757 schreibt er darüber 3 Dissertationen. In der letzten, *Exanthemata viva* genannt, faßt er seinen Standpunkt zum ersten Mal ausführlich zusammen. Der Anstoß ging von einer in Upsala aufgetretenen Typhusepidemie aus; die betreffende Krankheit wurde *Febris upsaliensis* genannt. Sie galt nicht als neu, wurde aber damals genau beobachtet und beschrieben. Die gemachten Obduktionen gaben indessen über den Sitz der Krankheit keine Sicherheit.

Aus den Beschreibungen von Linné und anderen scheint mir hervorzugehen, daß damals sowohl Darmtyphus wie Typhus exanthematicus vorkamen, daß der erstgenannte ein steter Gast in Upsala war, während der letztere die Stadt nur in gewissen Perioden heimsuchte. Linné nimmt an, daß das Fieber von fauligen Stoffen verursacht werde, deren giftige Dämpfe vom menschlichen Körper aufgesaugt würden. Er behauptete, daß das Fieber aus der Stadt verschwinden werde, wenn ein stinkender Graben und ein Sumpf beseitigt würden (48).

Ein Schüler Linnés, Bierchén, hatte als Marinearzt eine Seeexpedition mitgemacht, die von verschiedenen Seuchen schwer heimgesucht war. Am meisten machten sich Diarrhöen, Dysenterie, Typhus und Skorbut bemerkbar. Bei den Typhuskranken fand man sehr selten Petechien und vielleicht kann deshalb angenommen werden, daß Darmtyphus vorlag. Direkte Ansteckung wurde nicht sicher beobachtet, es wurde aber als möglich hingestellt, daß die Kranken „ex contactu“ angesteckt seien, nachdem sie alle der prädisponierenden Krankheitsursache ausgesetzt gewesen waren. Die Schwerkranken mußten von den Gesunden entfernt werden. Zum mindesten sollte es den gesunden Matrosen verboten sein, Speisen im selben Raum einzunehmen, in dem Kranke gepflegt

würden. Denn wo Ansteckung vorliege, folge dieselbe den Speisen und dem Speichel in den Magen.

Die Diarrhöen würden durch verdorbene Speisen verursacht. Wer lange auf der See sich aufgehalten und von der Schiffskost gelebt habe, bekomme Diarrhöe, wenn er ans Land gehe und viel Obst genieße. Die Anhäufung von Menschen an Bord und in Lagern rufe durch Exkremeute und andere verfaulte Stoffe Diarrhöe hervor. Wenn diese Stoffe an Bord oder auf dem Erdboden sich häuften, enstände eine Diarrhöe, die von einer Person auf die anderen übertragen werde. Als Schlußforderung dieser Ansichten fordert Linné, daß die am schwersten Kranken auf besonderen Schiffen isoliert, und daß die Luft in allen Räumlichkeiten an Bord rein gehalten werden müsse (49).

Um diese Zeit hat Linné das Material zu seiner Abhandlung *Exanthemata viva* fertig. Er betrachtet in ihr die ursächlichen Verhältnisse verschiedener Infektionskrankheiten: Scabies, Dysenterie, Keuchhusten, Pocken, Masern, Pest, Syphilis, Petechien, Purpura und Uredo. Er geht von der Scabies als von einem fixen Punkt aus und zieht Schlüsse auf die anderen Infektionen. Ähnliche Wirkung pflege von einer ähnlichen Ursache auszugehen; aber, so meint Linné, die Dunkelheit sei zu finster, als daß man auf dem eingeschlagenen Wege weit gehen dürfe.

Die epidemische Dysenterie verursache in den Gedärmen einen Ausschlag, der dem Scabiesekzem analog sei. Nach Linnés Angaben ist das durch Obduktionen festgestellt. Die damaligen Ärzte nahmen an, daß die Ansteckung von verunreinigten Plätzen, Abtritten usw. ausgehe. Bartholinus erzählt, daß ein dänischer Arzt, der an Dysenterie litt, in seinen Exkrementen eine Menge beweglicher kleiner Insekten entdeckte. Linné fordert deshalb seinen Schüler Rolander, der gleichfalls an Dysenterie erkrankt war, auf, dieselben Tierchen zu suchen. Dieser Entomolog fand auch richtig in seinen Exkrementen Myriaden von kleinen Organismen, die er dem Genus *Acarus* zurechnete. Dieselben Organismen traf er auch unter dem Pfropfen eines Weingefäßes, an der Wand eines Holzbechers usw. Sie zeigten sich hier gelegentlich als kaum bemerkbare weiße Linien, die im Mikroskope als unendliche Mengen von Acari erschienen, und auch durch gründliches Waschen nicht beseitigt wurden. (Der Referent fragt sich, ob nicht Dr. Rolander unter anderen Organismen Gärzellen gesehen hat.)

Während seiner Reise in Schonen (7) war Linné in eine Gegend gekommen, in der die Dysenterie jedes Jahr während der Erntezeit ihre Verheerungen anfang. In militärischen Lagern kam sie sehr häufig vor. Linné nimmt als möglich an, daß die Seuche von einem *Acarus* verursacht wird, der in Wein- und Biergefäßen vorkommt und auch durch

Exkreme u. dgl. verbreitet wird. Durch einen gewissen Alkoholgehalt würde der kleine Organismus geschädigt (50). Linné hat ihn später als *Acarus dysenteriae* in sein *Systema naturae* ed. XII aufgenommen.

Den Keuchhusten fand Linné sehr ansteckend. Wenn ein gesundes Kind ein erkranktes besuche, werde es kurz darauf selbst krank. Durch Ärzte könne die Ansteckung verschleppt werden. Da nur lebendige Organismen sich vermehren, so fragt Linné, ob nicht möglicherweise auch der Keuchhusten durch einen *Acarus* verursacht werde, der in den Lungen zu gedeihen vermöge. Linné weiß, daß wir nur einmal von Keuchhusten, Pocken und Masern ergriffen werden, kann aber eine Erklärung hierfür nicht geben (50).

Die Pocken sind nach Linné mit dem Keuchhusten verwandt und werden nach Schweden, ebenso wie die Pest und die Masern, importiert. Die Pest wirkt in schmutzigen, niedrig gelegenen Ortschaften am meisten verheerend, in sehr reinen Häusern zeigt sie sich nicht. Sie fängt im Frühling oder im Sommer an und hört im Winter auf. Syphilis bietet viele Analogien mit der Pest und wird nach der Ansicht von Linné ebenfalls von kleinen Tierchen verursacht (50).

Ich übergehe die Versuche Linnés, aus der Anwendung einer und derselben Art der Krankenbehandlung z. B. mit Quecksilber auf ähnliche Krankheitsursachen zu schließen. Dieselben Arzneimittel wurden nämlich damals bei Scabies, Pocken, und anderen exanthematischen Krankheiten mit angeblichem Vorteil benutzt.

Linné teilt die Infektionskrankheiten in zwei Gruppen, die importierten und die endemischen. Zu der letztgenannten Gruppe rechnet er Scabies, Dysenterie und Rabies. Das Scabiestierchen findet sich nach Linné auch im Mehl, dasjenige, das Dysenterie verursacht, lebt in gewissen Trinkgefäßen. Beide gedeihen bei uns und brauchen nicht importiert zu werden oder von einem Kranken auszugehen. Linné findet es dagegen wahrscheinlich, daß andere Infektionskrankheiten, Pest, Pocken usw. von Mikroorganismen verursacht werden, die bei uns im harten Klima von Schweden nicht anders als im Körper des Angesteckten und in einigen ihnen besonders vorteilhaften Standorten gedeihen können. Die von Süden gekommenen Organismen können z. B. in unseren geheizten Wohnungen leben. Damit steht in Zusammenhang, daß einige Seuchen an gewisse Jahreszeiten gebunden sind (15), und daß die meisten Epidemien im Sommer herrschen. Es ist möglich, daß diese Fragen durch Studien der Biologie der betreffenden Mikroorganismen gelöst werden können (50).

In derselben Dissertation deutet Linné an, daß gewisse Seuchen in einzelnen, ihnen günstigen Ortschaften endemisch sind und von da ihre verheerenden Züge antreten. — Ebenso wie Scabiestiere und der *Oxyurus*

periodenweise speisen, schlafen, sich vermehren und dabei gewisse Symptome bei den angegriffenen Personen hervorrufen, ebenso können die Paroxysmen gewisser anderer ansteckenden Krankheiten durch biologische Vorgänge der betreffenden Organismen erklärt werden.

Der Ansteckungsstoff kann hauptsächlich auf zwei Wegen in unseren Körper gelangen: mit der Atemluft und durch die Haut. — Je kleiner ein Tier ist, um so schneller vermehrt es sich. Einige wenige Mikroorganismen können sich deshalb in kurzer Zeit so stark vermehren, daß der ganze Körper überschwemmt wird. Dies sieht man auch bei den Pockenimpfungen. — Die alte Beobachtung, daß Ansteckungsstoff von Pocken, Pest usw. durch Gegenstände aus Fell, Leinwand oder Wolle verbreitet werden kann, erklärt Linné dadurch, daß die Eier der kleinen Tierchen sogar jahrelang zu ruhen und danach sich zu entwickeln fähig sind (50).

Indem Linné die Hypothese aufstellt, daß die Ansteckung von unendlich kleinen Insekten verursacht wird, die möglicherweise zu den Acari gehören, stützt er sich gewissermaßen auf Leeuwenhoek, der viele von den kleinsten Organismen beobachtete, und auch auf Réaumur, der Schwärme von unendlich kleinen Insekten geschildert hatte. Dergleichen kleinste Organismen können in der Luft schweben und durch die kleinsten Risse hindurchdringen. Eine gute Analogie bildet schließlich der Schimmel, der sich aus Samen überall entwickelt, wo verfaulte Stoffe vorkommen. Die Natur ist nirgends so vollkommen wie in betreff der kleinsten Organismen (50).

Linné klagt, daß die Forschung durch zwei herrschende Hypothesen zurückgehalten worden sei, die die Ursachen aller Krankheiten erklären wollten. Die eine lehrt, daß die Krankheiten durch Verschlechterung des Blutes, die andere, daß sie durch Schädlichkeiten in der Luft entstehen, die mit dem Winde von einer Ortschaft zur anderen verbreitet werden sollten. Linné mahnt zu fortgesetzten Studien über die kleinsten Organismen, damit Gebiete geöffnet werden, die bis dahin nur von wenigen Forschern betreten worden seien (50).

Eine neue Anregung bekam Linné von dem bekannten Schriftsteller und Rittergutsbesitzer Baron Otto v. Münchhausen in Hannover. Dieser hatte Beobachtungen über die Brandähren von Weizen und Gerste gemacht. Dabei hatte er gefunden, daß der betreffende Staub aus Eiern besteht, die im lauwarmen Wasser sich zuerst zu beweglichen Würmchen und danach zu einem feinen Gewebe entwickelten. Linné untersuchte selbst diese Erscheinung und schreibt darüber an den schwedischen Mathematiker Wargentin am 28. Oktober 1766 ungefähr folgendes:

Vor zehn Jahren dachte noch niemand an die Entdeckung von Münchhausen. In diesen Tagen habe ich mit Vergnügen beobachtet, wie sich Samen von Brandähren und Pilzen in Wasser entwickeln. Ich habe ihre Bewegungen gesehen; die Erscheinung erinnert an Fische bei der Laiche. Schließlich werden die Würmchen unbeweglich und zu Pilzen umgewandelt. Eine wunderbare Metamorphose! Wer sollte es glauben, ohne es selbst gesehen zu haben? Ich habe die Erscheinung allen meinen Schülern gezeigt. — Wie eigentlich die kleinen Würmchen sich bewegten, konnten wir nicht ermitteln. Sie schwammen nicht wie die Fische mittels des Schwanzes, auch nicht wie der Aal durch schlangenförmige Bewegungen, auch nicht wie die Fliegenmaden durch innere Organe. Ich vermute, daß einige unsichtbare Bewegungsorgane sich am Vorderkörper befinden. Die relativ größere Beroë bewegt sich durch kurze, in Reihen geordnete Cilien.

Sowohl Linné wie v. Münchhausen kamen jedoch bald Zweifel über die Richtigkeit dieser Beobachtungen. Linné hatte sie in die Dissertation *Mundus invisibilis* 1767 aufgenommen; aber in der nächsten Ausgabe derselben Dissertation in *Amoenitates academicae* Bd. VII 1769 fügt er eine Fußnote hinzu, in der die Ähnlichkeit der beobachteten Würmchen mit Infusorien hervorgehoben wird. Er betont auch die Unmöglichkeit, ohne genaue Experimente festzustellen, ob die beobachteten Tierchen wirklich zu Pilzen auswachsen. Münchhausen schloß die betreffende Beobachtung, die in den zwei ersten Auflagen von „dem Hausvater“ vorkommt, in der dritten, 1771 erschienenen Auflage aus.¹

Spallanzani spricht auch von Linnés Verhalten zu diesen Beobachtungen.² Er erzählt, daß Linné zuerst an die Transformation von einem Tier zu einem Pilz glaubte, daß ihm dann aber Zweifel kamen und er Ellis beauftragte, die Frage näher zu untersuchen. Dieser fand, daß die Tiere von zweifelhafter Natur seien, indem ihre Beweglichkeit durch Stöße von anderen beweglichen Organismen im Präparate hervorgebracht sei.

So endete dieser Versuch von Linné, einen Mikroorganismus zu kultivieren. Er verstand natürlich nicht eine Reinkultur auszuführen und hatte nicht Zeit, die Organismen genügend lange zu beobachten. Hier muß ich erwähnen, daß die Pilze der Brandähre nur unbewegliche Formen entwickeln. Aber in einer unreinen Kultur von Ustilagineensporen kommen bald zahlreiche Infusorien und bewegliche Bakterien zum Vorschein. Hierin liegt ohne Zweifel die Erklärung zu der von Linné und v. Münchhausen beobachteten Erscheinung.

¹ Vgl. Th. M. Fries, *Skrifter af C. v. Linné*. Upsala 1906. II. S. 243.

² *Opusculs de physique animale et végétale*. Paris 1787. T. I. p. 165.

In der Abhandlung über die *Lepra* bespricht Linné zuerst ihr Vorkommen in Schweden, ihre Symptome usw. und geht darauf zu der Ätiologie über. Nach vielen Verfassern läge die Ursache in dem Genuß von gewissem Fleisch und zwar dem von Eseln, Pferden, Fischen oder Robben, wodurch die Blutmasse verunreinigt werde. Da indessen die *Scabies* an das Vorkommen eines Tierchens gebunden sei und nur durch ein solches eine Kontagiosität erklärt werden könne, so folgert Linné, daß auch bei den exanthematischen Fiebern, der Schwindsucht und der *Lepra* Tierchen als Ursache anzunehmen seien.

Nach einer norwegischen Hypothese sollte ein in Fischen parasitierendes Würmchen die *Lepra* verursachen. In gewissen Fischen glaubte man nämlich Lepraknötchen zu sehen. Ein schwedischer Mediziner Martin hatte Beobachtungen hierüber angestellt und Linné nahm dann als eine wahrscheinliche Hypothese an, daß der Wurm *Gordius spiralis* die *Lepra* beim Menschen hervorrufe (51).

In der Einleitung zu *Mundus invisibilis* vergleicht Linné die Natur mit einem riesig großen Museum. Die großen Theater sind allen zugänglich, aber die unendlich vielen kleineren Zimmer sind öfters geschlossen und es fordert Kunst, sie zu öffnen. Dabei offenbart es sich wie eine neue Welt. Gesner und Trembley, ebenso v. Münchhausen sei so etwas gelungen. Wenn die Entdeckung des letztgenannten Forschers näher geprüft sein werde, so werde sie viel Licht verbreiten.

Die Mikrographen Joblot, Hofwer, Hooke, Leeuwenhoek u. a. haben, so sagt Linné, eifrig gearbeitet; sie haben Wein, Essig und Pfefferinfusionen untersucht und dabei verschiedene Körperchen beobachtet, die sich hin und her bewegten. Ob dies wirklich lebende Organismen oder etwas Salz- oder Ölähnliches waren, haben diese Forscher nicht entscheiden können, weshalb die gesehenen Organismen nicht ins System eingeordnet werden konnten. Erst v. Münchhausen sei es gelungen, die Entwicklung der Infusorien zu verfolgen. Er habe gesehen, wie die Samen von *Lycoperdon* und anderen Pilzen sich zuerst zu tierähnlichen Organismen und danach wieder zu Pilzen umwandelten.

Linné findet es nunmehr leicht zu erklären, weshalb die Pilze am besten im Herbst gedeihen. Ihre Samen brauchen nämlich Feuchtigkeit und lauwarme Luft für die Keimung. Im Frühling und im Sommer ist es zu trocken. Die Pilze gedeihen besser in einem nassen als in einem trockenen Herbst. — Der Schimmel ist den Pilzen nahe verwandt und läßt in die Luft einen Kopf aufschießen, der Samen streut. Wo diese Samen keimen, wird der angegriffene Körper verdorben. *Mucor septicus* ist imstande, in kurzer Zeit die stärksten Holzbalken zu Staub umzuwandeln.

Hier ist ein weites Forschungsgebiet, das auch zu den Ursachen der ansteckenden Krankheiten leitet. Ebenso wie der Staub einer Brandähre eine gesunde Pflanze ansteckt, ebenso geschieht es bei den ansteckenden Krankheiten. Eine mit Syphilis oder Gonorrhöe angesteckte Person sollte mit Hilfe des Mikroskopes untersuchen, ob ihr Samen fremde Tierchen enthalte.

Die Entdeckung von Leeuwenhoek, daß die entwicklungsfähige Samenflüssigkeit Tierchen enthält, kann von Linné jetzt mit anderen Augen betrachtet werden. Jener versichert, daß diese Tierchen zu Menschen umgewandelt werden. Es bleibe noch zu untersuchen, ob sie den gefundenen Tierchen der Pilze gleich seien. — Réaumur beschrieb nebelähnliche Wolken von Mikroorganismen und Linné hat während des Belaubens der Bäume ähnliches in der Sonne beobachtet. Die Teilchen schienen sich zu bewegen und waren vielleicht kleine Tierchen.

Linné fragt, ob die Infusorien, die sich auf indischen Gewürzen entwickeln, von Schimmelsamen stammen. Die Infusorien würden vielleicht mit dem Gewürz ins Wasser eingesät, ebenso wie dieselben Samen auf Brot, Fleisch usw. Schimmel hervorbrächten.

Das Studium der kleinsten Tierchen würde die Forscher zum Prinzip des Lebens führen, weil, wie es scheine, die ersten lebenden Moleküle sich hier zeigten. Wenn die verschiedenen Arten der Infusorien erst einmal untersucht worden seien, könnten daraus Schlußfolgerungen ins Unendliche gezogen werden.

Nach Linné scheinen die Pilze von den Pflanzen ebenso verschieden zu sein wie von den Zoophyten. Wenigstens stehen die Pilze an der Grenze zwischen Tieren und Pflanzen. Kein Systematiker war noch imstande zu erweisen, zu welchem Reiche die Pilze gerechnet werden sollten. Es wird behauptet, daß ihre Samen zuerst Tierchen und danach pflanzenähnliche Pilze entwickeln. Die Zoophyten sind zuerst Pflanzen, bringen aber Tierchen anstatt Blumen hervor, ebenso könnten die Pilze in umgekehrter Reihenfolge aus Tierchen zu Pflanzen sich umwandeln, wenn nämlich die betreffenden Beobachtungen bestätigt werden sollten.

In alter Zeit glaubte man an eine *Generatio spontanea*; kleine Insekten und Larven sollten durch Verwesung entstehen. Man konnte sich nämlich schwer vorstellen, daß kleine Würmchen in Käse und in Kadaver einzudringen vermöchten. Es wurde Harvey schwer, sogar die scharfsinnigsten Forscher davon zu überzeugen. In diesem Zusammenhang erinnert Linné an die Umwandlung der Insekten, an die Transformation von grünen Blättern zu Blumenblättern, sowie an die Zoophyten und Pilze, die sowohl als Tiere wie Pflanzen erschienen. Wenn man von hier, meint er, zu den Ursachen von Verwesung und Gärung weiter vordringt, so offenbaren sich wunderbare Dinge bei den kleinsten lebenden Molekülen.

Es wird indessen eine Arbeit von vielen Jahren sein, die Samen aller Pilze zu erforschen und die Gesetze ihrer Entwicklung zu finden. Die Tierchen, die aus den Samenpilzen hervorsprossen, sind so klein, daß Tausende in einem Tropfen Wasser Platz finden, obgleich das Wasser noch klar aussieht. Die Samen des Schimmels müssen sehr klein sein, da die ganze Pflanze kaum ohne Vergrößerung untersucht werden kann. Die kleinsten Tiere sind so klein, daß der Gedanke es kaum fassen kann. Sie können hundertmal kleiner sein, als die im Sonnenstrahl schwebenden Staubteilchen, sie werden von der Luft getragen und können überall hinkommen.

Pilze und Schimmel wachsen nur in der Feuchtigkeit. Der Schimmel fordert ruhige, feuchte Luft. Der Hauspilz (*Mucor septicus*) wächst so schnell, daß man fast mit den Augen der Entwicklung folgen kann, und er löst sich völlig in einen sehr reichlichen Staub von Samen auf. Nichts in der organischen Welt vermehrt sich reichlicher, als die kleinsten Tierchen; sie werden überall ausgesät und sind allgegenwärtig. Durch ihre unglaublich große septische Kraft zerfressen Schimmel und Pilze alles, was feucht ist, nicht weniger als die Termiten.

Linné glaubt daher, daß eine unendliche Anzahl von Tierchen noch unbekannt sei. Müssen wir, so fragt er, nicht deshalb es für verdächtig halten und untersuchen, ob nicht die Herbstkrankheiten, die in der feuchten, stillen Luft des Herbstes aufzutreten pflegen, von kleinen Tierchen ihren Ursprung nehmen, die ebenfalls in der Luft sich befinden? Solche Krankheiten sind z. B. intermittente, exacerbierte und andere Fieber. Die *Hemitritæa* (Typhus) gedeiht am häufigsten auf feuchten, niedrigen Plätzen. Im Frühling und Sommer gehen alle diese Fieber in *Tertiana* über, im Herbst rufen sie aber Exantheme oder Petechien hervor, vielleicht durch die dann zahlreicher vorkommenden Tierchen. Diese Krankheiten wüten epidemisch oder wenigstens endemisch unter fast allen, die in einer Pilzen und Schimmel vorteilhaften Luft und besonders zu ebener Erde wohnen. Vielleicht gehören auch die Schwindsucht und mehrere andere Krankheiten hierher. Häuser auf hohem, trockenem Boden zu bauen, ist immer als gesund angesehen, weshalb auch die Intermittens an mehreren derartigen Plätzen nicht angetroffen worden ist.

Jene kleinsten Tierchen verursachen vielleicht größere Verheerungen als die größten Tiere, ja sie töten vielleicht mehr Menschen als die Kriege. Die Zukunft und eingehende Forschung werden diese Verhältnisse beleuchten und noch größere Entdeckungen zeitigen.

Linné schließt mit einigen Fragen, von denen wir folgende wiedergeben:

Weshalb sind endemische Krankheiten ebenso wie die Pilze häufiger im Herbst?

Weshalb sind verschiedene Krankheiten wie Intermittens im Herbst und Frühling und in Parterrewohnungen am häufigsten?

Werden nicht auch die Pflanzen von Infektionen angegriffen?

Findet nicht ähnliche Infektion auch bei Tieren statt?

Gehören nicht die Pilze eher zu den Tieren als zu den Pflanzen?

Sind nicht Tierchen die Ursache der meisten Infektionskrankheiten?

b) Gärung u. dgl.

Linné schildert mehrere Arten von Gärungen. Während der lappländischen Reise untersucht er genau, wie der nordische, saure, gegorene Strömling bereitet wird. Diese Gärung, wobei zweifelsohne anaerobe Bakterien eine hauptsächliche Bedeutung haben, ist auch in unserer Zeit noch nicht genügend studiert.

Gleichzeitig schildert er auch verschiedene Gärungen von Milch: saure Milch, lange Milch, in Tonnen konservierte Milch usw. (1). Erst in neuerer Zeit sind diese Bereitungsmethoden bakteriologisch analysiert worden. Lister und Storch haben die saure Milch, Troili-Petersson die lange Milch studiert.¹

Linné beschreibt auch recht genau das Brauen von Bier und die Brotbereitung (21, 29). Obgleich er mehrere Arten von Hefe und Sauerteig erwähnt, scheint mir aber ein Eingehen auf diese Fragen hier nicht von besonderem Interesse zu sein.

Vermoderung und Verwesung durch die „vis septica“ des Schimmels werden mehrmals hervorgehoben. Der Schimmel verdirbt Speisen, Brot, Zitronen und Holz. Er greift auch tote Tierkörper an (21, 52).

Unter Sauerwerden und Verwesung werden alle Körper aufgelöst. Wenn Leim zu verwesen anfängt, verliert er das Vermögen zu erstarren. Alles, was in Verwesung übergegangen ist, ist giftig (17).

In der Abhandlung über *Noctiluca marina* werden allerlei leuchtende Gegenstände erwähnt. Holz kann durch *Byssus violacea* leuchtend werden; einige Meeresfische wie Dorsch und Makrele leuchten nach dem Tode im Dunkeln. Schließlich sollen eine *Fucus*-art bei Algier und mehrere Mollusken und Meereswürmer selbstleuchtend sein. An den Küsten von Westeuropa war dieses Leuchten von den Männern der Wissenschaft noch nicht näher studiert worden. Der Franzose Le Roy hatte behauptet, daß das Wasser nur durch den Salzgehalt leuchten könne. Der Schwede Tärnström vermutete, daß die Medusen Ursache des Leuchtens seien.

¹ Diese Zeitschrift. Bd. XXXII. S. 361.

Die Italiener Vianelli und Grisellini beschrieben einen 4^{mm} langen Wurm, der das Leuchten des Adriatischen Meeres verursachen sollte. Linné wiederholt die Beschreibung und gibt dem Wurm den Namen *Nereis phosphorans*. Er spricht die Hoffnung aus, daß die Erscheinung näher studiert werden möchte (53).

c. Ätiologische Studien über nicht ansteckende Krankheiten.

Wir übergehen die Bemühungen Linnés, giftige Pflanzen u. dgl. auf der Weide des Viehes aufzusuchen (1, 6, 7). Etwas davon haben wir auch oben bei der Darstellung von Anthrax bereits mitgeteilt. Ebenso wenig hat es Interesse, hier von den giftigen Gasen (16) oder von den Gewerbekrankheiten (19) zu sprechen.

Dagegen ist es sehr lehrreich, Linnés Studien über den Ergotismus zu verfolgen (34). Diese Seuche herrschte in den Jahren 1746 und 1754 in Schweden schwer verheerend, jedoch nur in den südlichen Provinzen und unter den Armen und der Dienerschaft der reicheren Häuser. Alle Ergriffenen hatten unreines Getreide genossen. Die Krankheit fing im Herbst und zwar erst dann an, wenn neues Getreide zu Brot gebacken war. Säuglinge entgingen der Krankheit; sie mußte also durch das Brot verursacht sein.

Linné folgert weiter, daß das Gift von den Gerstenfeldern stamme. Im südlichen Schweden lebten nämlich die ärmeren Klassen von Gerste und verkauften den Roggen. Bei der Gerste konnte nur der *Raphanus* als verdächtig angesehen werden. Ein Versuch mit Schoten von *Raphanus* wurde daher im Hühnerhof angestellt; ein Truthahn soll in der Tat Symptome von Krampf gezeigt haben, aber Linné zweifelt selbst an der korrekten Ausführung des Experimentes.

Linné gibt seinen Schluß ausdrücklich nur als eine Theorie aus, die er jedoch wahrscheinlicher findet als andere früher aufgestellte. Linné war in diesem Falle irre gegangen, weil ihm entgangen war, daß die ärmeren Leute außer Gerste auch den Abfall von unreinem Roggen verwerteten.

Die Ursache der Epilepsie in Schonen will Linné derart deuten, daß der Kopf des Kindes abgekühlt wird, wodurch die Haut wie ein Schwamm Schädlichkeiten von der Oberfläche einsaugt (46). Wir erkennen hierin die damalige Auffassung der Physiologen über die große Porosität der Haut (vgl. oben).

Mißbrauch von Alkohol ruft nach Linné zahlreiche Krankheiten hervor: Phthisis, Wassersucht, Phrenitis u. a., aber auch frühzeitiges Altern. Als Linné in einem Alter von 42 Jahren das Elternhaus be-

sucht, findet er in der Gemeinde die Männer grau und ausgelebt, die Frauen aber besser erhalten (7, 28, 30). In seinen Vorlesungen betont Linné, daß die alkoholhaltigen Getränke zu den besten Gaben der Menschheit gerechnet werden könnten, wenn nicht der Mißbrauch sie fast verhaßt machte.

Das Schlangengift nennt Linné Virus. Es ist bei verschiedenen Schlangen verschieden und wirkt mit Wahrscheinlichkeit als ein Ferment, das das Blut zersetzt (33).

Als ein Hauptmoment bei Beurteilung der Ursachen des Skorbuts betrachtet Linné die Tatsache, daß die Lappen niemals an Skorbut leiden, obgleich sie im größten Teile des Jahres alle vegetabilischen Speisen entbehren und im Sommer nur wenig davon genießen. Obgleich die Schweden viel von gesalzenem Fleische leben, bekommen sie doch selten Skorbut. Dagegen entsteht die Krankheit auf Schiffen und in Festungen, da hier die Leute ohne Vegetabilien von Salzfleisch leben und gleichzeitig genügender Bewegung entbehren (18, 20, 35, 46, 49).

d. Genera und Species morborum.

1759 macht Linné den gewagten Versuch, die Krankheiten in 11 Klassen und 325 Genera einzuteilen. Die Einteilung wird nur nach Symptomen durchgeführt. Die Symptome sollten sich zur Krankheit, wie die Blätter zur Pflanze verhalten.

Die ansteckenden Krankheiten finden wir in den verschiedensten Klassen wieder. Die erste Klasse „Exanthematici“ umfaßt auch Erysipelas und Soor. In der zweiten „Critici“ treffen wir nicht weniger als 4 Genera von Wechselfieber, daneben auch den Darmtyphus unter dem Namen „Upsalafieber“ usw. In der neunten Klasse sind „Evacuatorii“ aufgenommen: Nasenbluten, Schnupfen, Erbrechen, Cholera, Diarrhœe, Dysenterie. In der zehnten „Deformes“ finden sich Schwindsucht, Scorbut, Wassersucht, in der elften „Vitia“ Brand, Krebs, Lepra, Scabies u. a. (40).

Die Krankheiten nach Symptomen einzuteilen, konnte ja nicht gelingen. Mehr Beachtung verdient Linné, wenn er betont, daß die Species morborum nur aus Studien über die Krankheitsursachen sich ergeben können. Er hebt auch hervor, daß eine Krankheit nicht sicher geheilt werden könne, ehe die Ursache ermittelt worden sei (39, 49).

C. Linnés Arbeitsmethoden.

Wir sahen im vorigen Kapitel, daß Linné verschiedene ansteckende Krankheiten näher untersucht hatte: Malaria, Tuberkulose, Anthrax, Scabies, Typhus, Dysenterie, Lepra, Pertussis u. a. Er hatte beobachtet, wie die Ansteckung geschieht, und wie die Seuchen sich zu verschiedenen Jahreszeiten und zu verschiedenen Ortschaften verhalten. Die Gärungen von Milch, Brot und Bier schildert er, ebenso wie das Leuchten des Meeres. Er hatte die Beobachtungen in seinem Wirkungskreise oder auf seinen Reisen gemacht oder das Material von Schülern oder fremden Gelehrten bekommen.

Linné hatte also eingehende, zielbewußte Studien über die Mikroorganismen gemacht, ohne jedoch selbst zu mikroskopieren. Er kannte durch eigene Anschauung kaum mehr als einen Mikroorganismus, den *Acarus scabiei*. Dieser wurde deshalb für lange Zeit das Vorbild für die vermuteten Träger der übrigen Ansteckungen. Später dachte Linné auch an Schimmel und Pilze überhaupt, als er sich eine Vorstellung von gewissen Ansteckungsarten machen wollte.

In der Einleitung des hervorragenden Werkes *Animalcula infusoria* behauptet O. F. Müller, daß Linné auf diesem Gebiete ein Fremder sei. Dieses ist ja insofern richtig, als Linné keine mikroskopischen Beobachtungen über Mikroorganismen gemacht hat. Aber jenes Urteil ist nicht erschöpfend. Müller beobachtete und beschrieb allerlei kleine Organismen, beschäftigte sich aber nicht mit den Gärungen und Ansteckungen. Linné ging den umgekehrten Weg, ohne daß die beiden Forscher sich trafen.¹

Als gute Stütze bei den Studien über Ansteckung und Gärung hatte Linné seine immens große biologische Erfahrung über Tiere und Pflanzen. Seinen Beschreibungen der verschiedensten Organismen fügt er immer Beobachtungen über ihre Biologie hinzu. Jedes Jahr hat er Tausende von Pflanzen gesät und beobachtet. Er hatte sich dadurch sowohl von der Konstanz der Arten wie auch vom Ursprung der Individuen überzeugt. Überall, wo er einen Organismus antraf, nahm er deshalb an, daß er aus einem vorhergehenden ähnlichen Organismus entstanden sein müsse. Man könnte vomieren, wenn man von einer *Generatio spontanea* sprechen hört, sagt Linné in „*Generatio ambigena*“!

Dieser Standpunkt macht Linnés Theorie vom *Contagium vivum* besonders bedeutungsvoll. Seit den Zeiten von Hippokrates und Aristoteles kannte man den Begriff von *Miasma* und *Contagium*, und schon

¹ Hauniæ, 1786. p. IV.

Varro sprach von Tierchen, die in Sümpfen entstehen und schwere Krankheiten verursachen. Fracastori und Kircher entwickelten diese Lehre zu einer gewissen Höhe. Ihre ältesten Vertreter deuten indessen an, daß die kleinen Tierchen durch *Generatio spontanea* gebildet werden, oder lassen die Frage ungelöst, von wo sie stammen. Erst seitdem Harvey kräftig hervorgehoben hatte, daß alle Tierchen aus Eiern hervorgehen, konnte die Lehre von den Epidemien und Gärungen weiter geführt werden.

Harvey behauptet wohl, das alle Tiere aus Eiern hervorgehen, denkt aber daran, daß Insekteneier bei gewisser günstiger Gelegenheit durch Urzeugung entstehen könnten. Redi und Swammerdam brechen fast vollständig mit dieser Ansicht von der Urzeugung der Insekten. Nach Aurivillius soll erst Linné vollständig den modernen Standpunkt eingenommen haben, nach dem jedes Individuum von einem ähnlichen Individuum stammt.¹

Linnés Beweise für das lebende Contagium und den lebenden Gärstoff sind nach dem Gesagten leicht verständlich. Der Angesteckte produziert von neuem massenhaft Ansteckung, wie ein mit Pocken geimpfter. Eine Vermehrung aber kennt man nur bei organischen Wesen. Da nach Linné weiter die Arten konstant sind und die Individuen immer von ihnen ähnlichen abstammen, so wird er fast vollständig zu unserem jetzigen Standpunkt geführt. Er weiß auch, daß einige dieser Mikroorganismen importiert, andere einheimisch sind, und daß einige von ihnen nur in gewisser Jahreszeit gedeihen. Die Biologie des Mikroorganismus muß nach ihm den Verlauf sowohl von Krankheitsfällen wie von Epidemien erklären.

Der *Acarus scabiei* bildet für Linné den fixen Punkt, von dem aus sein Denken sich formte. Ganz ebenso war nach Kochs Entdeckung der Anthraxätiologie dieser *Bacillus* während einiger Jahre für unsere Vorstellung über eine Infektion im allgemeinen maßgebend. Linné hatte stets Unglück, wenn er eine Deduktion über einen bestimmten Organismus als Ursache einer Krankheit vornahm. Die bei der Dysenterie, Anthrax und Lepra gefundenen Organismen wurden alle falsch gedeutet; ebenso ging er irre bei seinen Folgerungen über das Gift bei dem Ergotismus.

Es ist sehr interessant, zu sehen, welche kleinsten Organismen Linné in sein berühmtes Werk *Systema naturæ* aufnahm. Schon in der 2. Auflage 1740 finden wir unter den Vermes „*Microcosmus*“ kurz erwähnt. In der 10. Auflage 1758 werden unter den Vermes aufgeführt: *Nereis noctiluca* (oben S. 167), *Gordius* (S. 163), *Furia infernalis* (S. 157), *Volvox globator* und *Volvox chaos*, die letztgenannte wahrscheinlich eine Wasserbakterie. Auch in der 12. Auflage 1767 sind die genannten Organismen

¹ Linnés *betydelse som naturforskare och läkare*. Upsala 1907. II. S. 57, 78.

mit aufgenommen. Chaos wird aber jetzt als Gattung mit fünf Arten aufgeführt: *redivivum*, *protheus*, *fungorum*, *ustilago* und *infusorium*. Sonstige „lebende Moleküle“ hielt Linné für zu ungenügend bekannt, um mit aufgeführt zu werden.

Die Bakterien werden zu den Tieren, und zwar zu den Würmern gerechnet. Diese auf die Eigenbewegung begründete Auffassung wurde noch 100 Jahre nach Linné beibehalten.

In seiner ersten Reiseinstruktion (8) analysiert Linné selbst seine wissenschaftliche Methode: Alle Kenntnis beruht auf Erfahrung und Spekulation. Die Beobachtung muß vorangehen und das Material liefern; daraus zieht die Spekulation die Schlüsse. Wir können in der Tat sagen, daß die besprochenen Forschungen von Linné auf eine Kasuistik begründet sind, aus der er zahlreiche Hypothesen oder mehr ausgebildete Theorien deduziert hat.

Schon damals verstand man diese Methodik durch zwei andere Methoden weiter zu führen. Ich meine zuerst die Statistik. Unsere schwedische Bevölkerungsstatistik umfaßt das ganze Land vom Jahre 1749 an. Schon 1754 fängt Wargentin an, Berichte darüber zu veröffentlichen, die ein großes hygienisches Interesse beanspruchen. Weit später, im Jahre 1767, schreibt Linné eine Dissertation über die Altersverhältnisse des Menschen (14) und bespricht dabei verschiedenes, was durch Berücksichtigung der schon ermittelten statistischen Zahlen viel genauer hätte beleuchtet werden können.

Linné hat, soviel ich gefunden habe, niemals statistische Zahlen benutzt. Hier finden wir einen beachtenswerten Mangel in seiner biologischen Forschung. Manche der Linnéschen Beobachtungen stehen viel zu vereinzelt da; der Grund seiner Deduktionen wäre nicht selten viel sicherer geworden, falls die Beobachtung mehrmals wiederholt worden wäre, oder wenn eine umfassende Statistik vorgelegen hätte.

Einen weiteren Mangel finden wir darin, daß Linné selten seine Deduktionen zu verifizieren suchte. Als er glaubte herausgefunden zu haben, daß der *Raphanus* die Ursache des Ergotismus ausmache, fängt er allerdings eine Art von Verifikation an, die er aber selbst nicht ernsthaft genug fand. Ebenso fordert er einen Schüler auf, den Mikroorganismus der Dysenterie im Mikroskope zu untersuchen. Zu etwas Endgültigem kommt er auch hier nicht. Und so ist es auf dem vorliegenden Gebiet fast durchweg.

Man darf jedoch nicht glauben, daß Linné immer sich mit Beobachtungen darüber begnügte, was die Natur direkt bot. Schon 1735 spricht

er das Prinzip aus, daß unsichere Pflanzenformen kultiviert werden müßten, um die Konstanz der Art festzustellen. Er säte in Upsala tausende von Formen jährlich aus, um sie zu beobachten. Er ist der erste Forscher gewesen, der zwei Pflanzen künstlich hybridisiert. 1757 kreuzte er eine gelbe und eine rote Tragopogonart. Die so gebildeten Hybriden wurden während zweier Sommer beobachtet, worauf das Resultat 1759 in *Generatio ambigua* veröffentlicht wurde.

Das, was wir Experiment nennen, war also Linné nicht unbekannt. Aber er experimentierte viel zu wenig. Dabei ist jedoch zu beachten, daß Linné seine nicht verifizierten Hypothesen auch nur als Hypothesen ausgegeben hat. Gewöhnlich forderte er zu neuen Beobachtungen und zu einer Verifikation auf.

Der beiden hervorgehobenen Schwächen seiner Methodik ungeachtet, kam Linné der wirklichen Sachlage näher, als die meisten Forscher vor unserer Zeit. Der Grund liegt zweifellos darin, daß Linné an keine fertige Lehre sich band, sondern stets den Blick offen für neue Kasuistik und neue Eindrücke behielt. Er ließ sich immer von neuem von der Wirklichkeit beeinflussen. Er war während seines ganzen Lebens ein unermüdlicher Beobachter.

D. Die Bedeutung von Linnés Studien über die Mikroorganismen.

In der Literatur vor Linné findet man schon die meisten Details hervorgehoben, die Linné beobachtete. Es scheint mir sogar möglich zu sein, daß alle oder wenigstens fast alle seine Beobachtungen und Behauptungen bezüglich der Mikroorganismen schon gedruckt vorlagen. Aber vor Linné waren sie überall in der Literatur verstreut; ein Verfasser hatte diese Behauptung, ein anderer jene aufgestellt. Ich spreche dabei nicht von Leeuwenhoeks mikroskopischen Arbeiten, sondern von den Beobachtungen über Ansteckung, Gärung, Verwesung u. dgl.

Linné dagegen sammelte ein umfassendes Material über Epidemien und Gärungen. Er benutzte auch seine überaus reiche Erfahrung in biologischen Fragen und nahm als festgestellt an, daß eine *Generatio spontanea* ausgeschlossen werden könne. Auf diesem Wege gelang es ihm, die Wirklichkeit zu durchschauen. Ohne Mikroskop und ohne Reinkultur konnte er sie nicht greifen. Aber er weist auf das neue große Gebiet hin und fordert die Forscher unaufhörlich auf, in dieses Gebiet einzudringen.

Welches Resultat ergab diese Aufforderung? In der Tat ein sehr geringes. In der nachfolgenden Literatur begegnen wir nur vereinzelt

Spuren von Linnés großer Arbeit über die Mikroorganismen. Eine Übersicht über das Ganze finden wir nicht, und auch seine eigenen Zusammenfassungen in *Exanthemata viva* und *Mundus invisibilis* scheinen fast unberücksichtigt geblieben zu sein. Nur einzelne Angaben, meist solche über gewisse Mikroorganismen wie *Furia infernalis* und *Acarus dysenteriae*, werden zitiert, ein Zeugnis von der Vernachlässigung und vom Mangel an Verständnis für diese Arbeiten des auf anderen Gebieten so geschätzten Meisters.

Eine Folge hatte jedoch Linnés Wirksamkeit auch hier. Aus Leeuwenhoeks Beobachtungen über Mikroorganismen waren die meisten Beschreibungen so unsicher, daß sie schwer zu verwerten waren. Durch die systematischen Arbeiten Linnés wurde es O. F. Müller ermöglicht, den beobachteten Bakterien gute Namen zu geben und sie in Linnés System einzuordnen.

In der vorbakteriologischen Zeit gibt es noch zwei Forscher, die eine Theorie über die Bedeutung der Mikroorganismen ausarbeiteten. Ich meine Plenciz und Henle. Der erstgenannte gibt sein Werk¹ 5 Jahre nach Erscheinen von Linnés *Exanthemata viva* heraus, aber er zitiert diese Schrift von Linné nicht. Plenciz hatte Epidemien von Pocken und Scharlach, sowie eine in Wien 1761 verbreitete Viehseuche beobachtet. Er gibt auch eine Übersicht über bekannte Erdbeben, die nach seiner Meinung auch Krankheiten verursacht hatten. Die Infektionen, der Brand des Getreides und die Verwesung, alle diese Erscheinungen beruhen nach Plenciz auf „*seminium verminosum*“, also auf kleinen Würmern oder, wie wir jetzt sagen, Mikroorganismen.

Henle, der berühmte Anatom, trat 100 Jahre nach Linné hervor.² Ich brauche nicht ausführlich auf Plenciz und Henle einzugehen, da beide in Löfflers bekannten Vorlesungen (1887) genügend berücksichtigt worden sind. Henle konnte bei seinen Deduktionen auf die großen Entdeckungen in den dreißiger Jahren von Schwann, Cagniard Latour, Bassi u. a. sich stützen. Henle deduziert nur und scheint nicht selbst auf diesem Gebiet Beobachtungen gemacht zu haben. Er gibt dagegen genaue Anweisungen für die Verifikation der Theorie an. Henle steht in einer Hinsicht hinter Linné und Plenciz zurück. Er glaubt nämlich nicht, der *Generatio spontanea* völlig aus dem Wege gehen zu können, sondern meint, daß die „infizierende Materie“ auch im menschlichen Körper durch Urzeugung gebildet werden könne.

¹ *Opera medico-physica*. Wien 1762.

² *Pathologische Untersuchungen*. Berlin 1840.

Die Theorie von Linné machte sich nicht geltend, aber dasselbe Schicksal traf auch Plenciz und sogar Henle, der doch 100 Jahre nach Linné hervortrat. Die Ursachen sind ja mehrfach. Der Hauptgrund liegt zweifelsohne darin, daß die Theorie nicht bewiesen werden konnte. Linné glaubte, daß die Beweise, wenigstens in gewissen Fällen, verhältnismäßig einfach sein müßten. Dies stand mit seiner Annahme in Zusammenhang, daß viele pathogene Mikroorganismen zu den Insekten und verhältnismäßig großen Organismen gehörten. Er betonte jedoch mehrmals, daß diese Forschung viel Geduld und jahrelange Arbeit erfordern würde.

Wir wissen jetzt, wie groß die Schwierigkeiten waren. Es war nötig, bessere Mikroskope als die damaligen zu konstruieren. Weiter mußten die Methoden, zu färben und reinzukultivieren, ausgearbeitet werden. Schließlich waren hervorragende Persönlichkeiten vonnöten: ein Pasteur und ein Hansen für die Erforschung der Gärungen, ein Koch für die der Infektionen.

Ein schwedischer Arzt, S. Hedin, behauptet 1805, daß die Theorie von Linné durch die damals eben gemachten großartigen Entdeckungen in der Chemie von Scheele, Lavoisier u. a. alle Glaubwürdigkeit verloren habe. Es ist wahrscheinlich, daß hierin etwas Wahres liegt; die gelehrte Welt hatte neue Hauptideen bekommen. Linnés Biologie war nicht mehr für die Forschung maßgebend. Die Chemie trug also dazu bei, die Forschung über die Ursachen der Epidemien auf Abwege zu bringen.

Es ist bekannt, daß die Schule von Pasteur die Medizin einer gewissen dogmatischen Neigung beschuldigt. Dieser Vorwurf kann wohl niemals völlig zurückgewiesen werden. Ich finde, daß schon die geschichtliche Entwicklung der Lehre von der Ätiologie der Scabies dies beweist. Bereits den Arabern war das betreffende Tierchen bekannt; vor Linné war es recht viel studiert; zwei Schüler von Linné sprechen sogar von positiv ausgefallenen Impfungen mit dem Tierchen, und trotzdem, wie schwer und langsam brachte sich diese Wahrheit noch im 19. Jahrhundert in der Medizin zur Geltung?

In „*Exanthemata viva*“ klagt Linné über zwei Hypothesen, die die Forschung zurückhielten. Nach der einen entstehen die Epidemien durch chemische Schädlichkeiten in der Luft. Diese Hypothese herrschte noch vor kurzem. Wir können nämlich sagen, daß v. Pettenkofer noch die Lehre von den Bodenmiasmen verteidigte. Die zweite Hypothese leitet alle Krankheiten von der Verschlechterung des Körpers ab. Virchow, der in der Beschaffenheit unserer Zellen das Hauptmoment bei den Erkrankungen sah, kann gewissermaßen als der letzte Repräsentant dieser Hypothese angesehen werden.

Da die Theorie von Linné nicht bewiesen war, so konnte sie natürlicherweise nicht als sicherer Besitz in die Literatur aufgenommen werden. Aber das Natürliche wäre wohl gewesen, daß seine Theorie neben den beiden anderen in den Lehrbüchern und anderweitig erwähnt worden wäre, bis die Frage in unserer Zeit, was Ansteckung und Gärung betrifft, endlich erledigt wurde. Dann hätte die Theorie von Linné den Sieg errungen, der ihr zukam. Eine so objektive Behandlung einer ungelösten Frage war jedoch in den nächsten 100 Jahren nach Erscheinen von *Exanthemata viva* der Medizin fremd. Das Zeitalter war zu doktrinär.

Können wir jetzt gänzlich von Linnés Arbeiten und Forschungsmethoden absehen? Er beschränkt sich auf Beobachtungen über die konkrete Wirklichkeit. Können wir, die wir hauptsächlich auf dem Wege des Experimentes vorwärts gehen, die Beobachtungen außerhalb des Laboratoriums entbehren? Wohl hören wir oftmals die Behauptung, daß einzig und allein das Experiment Wert habe. Ich will die Frage mit einem Beispiel beleuchten.

Die Bakterien der Dysenterie sind nunmehr fleißig studiert worden, und wir kennen recht viele ihrer Eigenschaften. Die modernen Forscher nehmen an, daß dieselben Individuen, die von den Kranken ausgehen, die Infektion verursachen. Linné hielt für eine Hauptsache die Beobachtung, daß der Ansteckungsstoff während des größten Teiles des Jahres unwirksam bleibe, aber jeden Herbst in derselben Ortschaft sich bemerkbar mache. Diese bemerkenswerte Eigenschaft der Dysenterieepidemien ist auch jetzt noch allen modernen Forschern wohlbekannt. Wie wird die Erscheinung in dem Handbuch von Kolle und Wassermann hervorgehoben? Lentz schreibt darüber nur folgendes: „Es ist wohl kein zufälliges Zusammentreffen, daß die weitaus größte Zahl der bis jetzt beobachteten Ruhr-epidemien in die Monate Juli bis September fällt, also in eine Zeit, in welcher infolge unvorsichtigen Trinkens und des Obstgenusses die Menschen zu Darmkrankheiten neigen.“¹

Die Erklärung der auffallenden Erscheinung ist also auch jetzt noch nur durch eine Hypothese zu geben. Die Frage bleibt tatsächlich noch immer ungelöst. Die von Lentz gegebene Hypothese scheint nicht einmal sehr wahrscheinlich zu sein. Dieselbe jahreszeitliche Erscheinung trifft man nämlich auch in Gegenden im nördlichen Schweden, in denen weder Obstgenuß noch unvorsichtiges Trinken gleichzeitig vorkommen.

¹ Bd. II. S. 331. Jena 1903.

Als Koch die Bekämpfung der epidemischen Darmkrankheiten vom Laboratorium in die verseuchten Gegenden verlegte, kam die Forschung in die richtige Bahn hinein. Sie braucht nämlich die volle konkrete Wirklichkeit für ihre Arbeit. Das Experiment ist nötig, aber sein Resultat muß immer und immer wieder mit der Wirklichkeit verglichen werden. Die innige Verbindung mit der Wirklichkeit gab der Linnéschen Forschung ihre Bedeutung und ermöglichte die Entdeckungen. Dieselbe innige Verbindung ist in jedem anderen Zeitalter ebenso nötig.