

Vivarium des Wissens.

Kleine Ontologie des Schnupfens

CORNELIUS BORCK

Was ist schon an einem gewöhnlichen Schnupfen bemerkenswert, dass man sich für ihn interessieren sollte? Selbstverständlich hat es etwas Tröstliches, wenn die Wissenschaft feststellen kann, dass entgegen elterlichen Ratschlägen und der verbürgten Alltagserfahrung eben nicht die Unterkühlung eine Erkältung verursacht, ja nicht einmal »das Tragen von feuchten Socken«, wie das Virus-Büchlein der *Neuen Brehm-Bücherei* 1957 sein Publikum aufklärt, sondern dass es allein auf die Präsenz eines kleinen, schlichten Virus ankommt.¹ Sehr viel weiter hilft das medizinische Wissen in diesem Fall allerdings nicht, verkürzt es doch die Krankheit allenfalls von sieben Tagen auf eine Woche, wie der Kalauer weiß. Und dennoch strahlt von der medizinischen Erklärung der Erkältung als Virusinfektion Beruhigung aus: »Gefahr erkannt, Gefahr gebannt!« Seit Robert Kochs spektakulärer Inszenierung der Identifikation von Krankheitserregern fungiert die Charakterisierung und Klassifizierung von krankmachenden Entitäten als Paradigma im Verständnis von Krankheiten. Der pathologische Prozess im erkrankten Organismus kann gewissermaßen ausgelagert werden an einen dafür verantwortlichen Fremden. Die Störung im Gefüge des Lebens wird ontologisch stabilisiert als Zusammenstoß von Freund und Feind in einer zwar gefährlichen, aber nichts desto trotz klar gegliederten und fest gefügten Ordnung der Natur.

Gerade die Erforschung von Viruserkrankungen und vor allem das damit erzielte Verständnis der Funktionsweise von Impfungen hat viel zur Stabilisierung dieser Vorstellung beigetragen. Weil die Aktivierung des Immunsystems im Falle einer Virusinfektion mit der

1 | Gottfried Schuster: *Virus und Viruserkrankheiten* (Neue Brehm-Bücherei Bd. 198), Wittenberg: Ziemsen 1957, S. 75.

Ausbildung eines effektiven immunologischen Gedächtnisses für den Erreger einhergeht, kann die frühzeitige, gezielte Konfrontation mit einer abgeschwächten Variante oder einem geeigneten, biotechnologisch synthetisierten Strukturmerkmal des Erregers einen lebenslangen Schutz bewirken, durch den der geimpfte Organismus für die zukünftige Infektion gerüstet wird. Eine solche künstliche Vorrüstung ist nach dem derzeitigen Kenntnisstand der Medizin im Prinzip gegen eine unbegrenzte Anzahl von Virustypen möglich, und die stetig steigende Zahl der von den jeweiligen nationalen Kommissionen empfohlenen Impfungen spiegelt die Umsetzung dieses Programms. Auf diese Weise sind die Kinderkrankheiten schon längst nicht mehr das, was sie einmal waren, nämlich die im Laufe einer Kindheit typischerweise überstandenen Auseinandersetzungen mit humanpathogenen Viren. Vielmehr sind sie – wenigstens in Industrieländern mit hohen so genannten Durchimpfungsraten – zu seltenen und nicht zuletzt deswegen oft problematisch verlaufenden Erkrankungen geworden. Das eindrucksvollste Beispiel für diese Strategie im Umgang mit Viruserkrankungen liefert zweifellos die von der WHO vor wenigen Jahren proklamierte ›Ausrottung‹ der Pocken. Ein gezieltes Artensterben hat die Pockenviren zu einer Spezies werden lassen, die heutzutage wohl nur noch in Spezialräumen menschlicher Zivilisation existiert, in hoch gesicherten Laboratorien, in denen sie aus Gründen des Artenschutzes und für noch unbekannte Zwecke zukünftiger Forschung künstlich am Leben erhalten wird. Pockeninfektionen ereignen sich deshalb buchstäblich nur noch als Unfall, nämlich als Betriebsstörung in einem dieser Labore.

Aber an dieser Stelle lohnt es sich, noch einmal auf den gemeinen Schnupfen, die gewöhnliche Erkältung zurückzukommen. Dass gegen diese Erkrankung bis heute keine geeignete Impfung verfügbar ist, hat seinen Grund weniger darin, dass sie meist so harmlos verläuft und ihre Beherrschung zu wenig Gewinnpotential für Forscher und pharmazeutische Industrie böte, als dass vielmehr die Erreger gewöhnlicher Erkältungskrankheiten die Strategie der Impfung durch Gestaltwandel unterlaufen. Die Viren der nächsten Erkältungskrankheit eilen der Impfung gegen ihre vormalige Form auf diese Weise voraus. Es scheint sich sogar so zu verhalten, dass Impfung und Gestaltwandel in direkter Wechselwirkung zueinander stehen und gemeinsam ein Szenario des kalten Kriegs entfalten. Jede erfolgreiche Impfung erhöht den Selektionsdruck, der resistenten Mutationen zum entscheidenden Überlebensvorteil gereicht. Die Strategie der Beherrschung von Viruserkrankungen durch Impfung hat in einigen Fällen also offenbar den Preis einer beschleunigten Evolution der Viren. Beim Vergleichsfall bakterieller Infektionen (die immunologisch ganz anders ablaufen und deshalb auch anders bekämpft werden) ist schon länger bekannt,

dass zu den gefährlichsten Infektionen oft nicht besonders ›wilde‹ Keime führen, sondern hochspezialisierte Keime im Krankenhaus, die außerhalb dieses Ortes gar keine Überlebenschancen hätten, aber exakt unter dem Selektionsdruck speziell wirksamer Pharmaka gedeihen. 1967 erkrankten plötzlich Mitarbeiter mehrerer Labore an einem rätselhaften, mit inneren Blutungen einhergehenden Fieber, nachdem sie mit Zellkulturen aus der Grünen Meerkatze, einer Affenart aus Uganda, experimentiert hatten: Kollegen isolierten dann aus Blut und Gewebeproben eine neue Virusart, die offenbar unter Laborbedingungen entstanden war und konsequenterweise den Ort des Labors zum Namen bekam, das Marburg-Virus. Die jüngste SARS-Epidemie hat drastisch vor Augen geführt, wie traditionelle Speisegewohnheiten in Zeiten globalisierter touristischer Reisebewegungen plötzlich einem Virus unvorhersehbare Milieus zur Verbreitung bieten, die sich selbst mit aufwändigen Reinigungszeremonien nur schlecht einschränken lassen.

Solche Verschränkungen von Natur und Kultur sind selbstverständlich kein Sonderfall der Medizin.² Vielmehr zählen sie zum Signum moderner Naturforschung, die spätestens seit Bacon die Natur experimentell herausfordert, d.h. die Wahrheit über die Natur anhand künstlich hervorgerufener Antworten abmisst und mit dem auf diese Weise konstruierten Wissen machtvoll in den Naturhaushalt interveniert. Für Bruno Latour konstituiert sich deshalb die Moderne paradigmatisch in Form eines Selbstmissverständnisses, wenn sie das Ineinander von Natur und Kultur ideologisch ausschließt, aber gleichwohl von der Atomenergie bis zum Ozonloch permanent Dinge produziert, die jene scheinbare Opposition unterlaufen.³ An die Stelle der vermeintlich vorgängigen und opponierenden Ordnungen der Natur bzw. der Kultur setzt er deswegen ein Universum der Hybride, in denen sich Wissen technisch und epistemologisch materialisiert. Nun mag es auf den ersten Blick wenig einleuchten, wie ein gewöhnlicher Schnupfen sich besser als Hybrid begreifen lassen soll, denn als lästige Beeinträchtigung des Alltagslebens, die vor Jahrhunderten wohl nur wenig anders ablief als heute. Selbstverständlich ließe sich auch das Schnupfenvirus im Sinne einer symmetrischen Anthropologie als Akteur beschreiben, der zu unvorhergesehenen Kompro-

2 | Aber gerade die Evolution der Viren lässt sich nur in einer solchen Perspektive begreifen, vgl. Frederic A. Murphy: *The Evolution of Viruses, the Emergence of Viral Diseases. A Synthesis that Martinus Beijerinck Might Enjoy*, in: Charles H. Calisher/M.C. Horzinek (Hg.), *100 Years of Virology. The Birth and Growth of a Discipline*, New York: Springer 1999, S. 73-85.

3 | Bruno Latour: *Wir sind nie modern gewesen: Versuch einer symmetrischen Anthropologie*, Berlin: Akademie-Verlag 1995.

missen zwischen der Welt des Sozialen und jener der Naturdinge zwingt. Mich interessiert hier stattdessen, wie sich bereits an vermeintlich einfachen Beispielen viraler Lebensformen hybride Wissensformationen auffinden lassen, die jene eingangs aufgerufene stabile Ordnung der Natur und des Wissens über sie unterminieren. Carl von Linné hatte einst bekanntlich die damals gerade erst entdeckten Einzeller unter dem Namen *Chaos* in sein System aufzunehmen versucht: Übernehmen die Viren nicht die Aufgabe, in deren Erbfolge den ganzen Gehalt dieses Namens in Anschlag zu bringen?

I. KALTE UND HEISSE GESCHICHTE

Ebola, SARS, AIDS – wenige Worte und Akronyme reichen aus, um ein Szenario wachzurufen, das wohl allenfalls im Schwarzen Tod und in der Pest des Mittelalters seinen Vergleichsfall hat. Bis auf die AIDS-Epidemie (die deswegen bereits Gefahr läuft, in eine chronische Verdrängung zu laufen) werden solche Ereignisse zwar heutzutage und gewissermaßen im Schlepptau der kulturellen Beschleunigung nicht mehr in Jahren oder gar Jahrzehnten gemessen, sondern im stündlichen Rhythmus der Nachrichtensendungen protokolliert, aber gleichwohl vermag jeder neue ›Ausbruch‹ einer unbeherrschbaren viralen Infektion erneut ein existentielles Bedrohungsszenario wachzurufen, dessen Gefahrenpotential sich nicht zuletzt an der mobilisierten Hochsicherheitstechnik bemisst.

Ausgerechnet die kleinsten aller Lebewesen sind die Todesbringer; unsichtbar und nahezu untötbar überwinden sie alle Grenzen und Körperschranken, um von innen heraus den befallenen Organismus für ihre Zwecke auszunutzen, bis er schließlich daran stirbt. Aber Viren sind eben nicht nur die unvorstellbar raffinierten Zerstörer des Lebens, die immer schon dem Wissen der Medizin um eine Elle vorausseilen. Sie sind bis heute ökonomisch vor allem aufgrund der von ihnen verursachten agrarwirtschaftlichen Schäden relevant; die Maul- und Klauenseuche schafft es dabei gelegentlich immerhin bis in die Presse, während von der Rübenkrause vermutlich nur Spezialisten wissen. Selbst ein scheinbar rein ästhetisches Phänomen wie die holländische Tulpe mit geflammter, bunter Blüte, für die auf dem Höhepunkt der Tulpenliebe in der frühen Neuzeit astronomische Summen gezahlt wurden (ein ›schillernder‹ Beleg für eine frühe, ästhetisch-ökonomisch-natürliche Hybridisierung), ist mittlerweile nicht als genetische Varietät beschrieben, sondern als Beispiel einer Virusinfektion im Pflanzenreich entlarvt worden. Was einmal eine schwierig zu züchtende Spezialbildung war, wurde so zum pathologischen Fall, der sich angeblich bis zu einer erstmals beschriebenen

Infektion zurückverfolgen lässt. Aber damit eröffnet sich für moderne Darstellungen der Virologie zugleich die Möglichkeit, in überraschender Weise an holländische Blumenmalerei anzuknüpfen.⁴ Kurzum, Viren sind mehr als Katastrophen, sie gehören zum Leben bis in dessen hochkulturelle Verzweigungen, ökonomische Kreisläufe und alltägliche Lappalien hinein.

Nun sind nahezu alle Felder der Biologie voller Überraschungen und Wunder; die Viren scheinen allenfalls in einer einzigen Familie Pfau, fliegenden Fisch und Sonnentau zu vereinen, aber warum sollte man sich nicht mit dem Gedanken beruhigen, dass hier einmal wieder das wunderbare Reich der Natur seinen unvordenklichen Eigensinn entfaltet? – Ich will an diesem natürlichen Eigensinn mitnichten zweifeln, aber das notorische Operieren der Viren in den Grenzzonen von Wissen und Fiktion, von Natur und Kultur, von toter und lebender Materie, scheint mir noch in einer zweiten Richtung lesbar, nämlich als Kennzeichen der Entzifferung des Lebens, als signifikante Spur der besonderen Art und Weise, wie Leben seit dem Ende des 19. Jahrhunderts zum Gegenstand von Wissenschaft und Technik gemacht wurde. Wenn man die Fragerichtung in dieser Weise umdreht und danach fragt, wie die Biologie jeweils verfasst war und operierte, als sie Viren mit jeweils neuen Forschungsrichtungen ins Visier nahm, rückt das Wissen von den Viren in einen ambivalenten kulturellen Kontext der wissenschaftlichen Konstruktion des Lebens. Die Virologie erscheint dabei als eine Verkettung von produktiven Problemzonen, in denen jeweils aktuelle Grundlagenfragen der Erforschung des Lebendigen artikuliert werden.

2. DER KAIROS EINER NEUEN KRANKHEIT

»Hätte man das Retrovirus, das AIDS auslöst, nicht 1983 entdeckt, sondern 1961, dann hätte man das Wesen der Krankheit niemals innerhalb von drei oder vier Jahren verstehen können.«⁵ – Was das Vorwort eines populären, aber gleichwohl fachlich exzellenten Virus-Buches als eindrucklichen Beleg für den enormen, technisch-vermittelten Fortschritt von Biologie und Medizin formuliert, entpuppt sich bei näherem Hinsehen als gleich in mehrfacher Hinsicht doppelbödi-ge Aussage, die damit ungewollt ins Zentrum des Viralens als einem epistemisch und kulturell im besten Sinne unübersichtlichen Terrain führt: Wie hätte 1961 überhaupt ein »Retrovirus«, also eine Struktur,

4 | Vgl. z.B. Arnold J. Levine: Viren. Diebe, Mörder und Piraten, Heidelberg: Spektrum 1993.

5 | Ebd., S. 9.

die ihr genetisches Material ›rückwärts‹ in Erbgut übersetzt, entdeckt werden können? Das zitierte Vorwort fährt denn auch fort: »Zu jener Zeit hätte man weder gewußt, wie sich das AIDS-Virus vermehrt, noch hätte man die Zellen im menschlichen Organismus gekannt, die es durch seine Fortpflanzung zerstört.«

1961 war ein Retrovirus undenkbar, weil es als wissenschaftliches Objekt nicht einmal in der Möglichkeitsform vorstellbar war. Im strengen Sinne gab es keine Retroviren, denn sie sind Latoursche Hybride aus Kultur und Natur, deren Existenz einen Wissensstand voraussetzt, der 1961 noch nicht gegeben war. Es fehlten aber nicht nur die Verfahren, ein solches Ding zu manipulieren, d.h. darzustellen und anhand seiner Wirkungen und Effekte zu charakterisieren. Es fehlten auch die Vermittlungsschritte, die konzeptionellen wie technischen Mittelglieder, um einem Retrovirus wenigstens potentiell den Status eines wissenschaftlichen Objekts zuzusprechen. Das Konzept ›Retrovirus‹ markiert einen epistemologischen Bruch, dem eine Transformation in der Ordnung des Realen korrespondiert. Insbesondere der französische Wissenschaftshistoriker Georges Canguilhem hat diesen biologischen Konstruktivismus der modernen Lebenswissenschaften am Beispiel der Erforschung der Erbsubstanz herausgestellt:

Betrachten wir heute ein DNS-Kristall. Eine im wahrsten Sinne lange Arbeit, eine technische und theoretische Arbeit, hat dessen Existenz nicht als Artefakt, sondern als ›surreales‹, d.h. nicht-natürliches Objekt erst ermöglicht. Es ist das letzte in einer ganzen Reihe neuer wissenschaftlicher Objekte, die seit dem Ende des 19. Jahrhunderts erfunden wurde.⁶

Man mag hier einwenden, dass es doch in der Sache einen erheblichen Unterschied mache, ob ein Konstruktivismus im Forschungshandeln oder die technisch-theoretische Konstruktion von biologischen Objekten behauptet werde. Aber der entscheidende Punkt, auf den Canguilhem hier schon vor über dreißig Jahren hinwies, war gerade, dass die Gegenstände der Biologie, selbst wenn sie als präexistente Naturdinge supponiert werden, nicht ohne die technischen Verfahren, die künstlichen Bedingungen moderner Laborforschung und die sich in diesen Anordnungen materialisierenden Begriffe in Erscheinung gebracht werden können.

Selbstverständlich waren schon vor der Beschreibung des Immunschwäche-Virus Krankheitsbilder klassifiziert worden, die nach

6 | Georges Canguilhem: Zur Geschichte der Wissenschaften vom Leben seit Darwin, in: ders., Wissenschaftsgeschichte und Epistemologie, Frankfurt/Main: Suhrkamp 1979, S. 134-153, hier S. 148.

heutigen molekularbiologischen Vorstellungen durch Retroviren ausgelöst werden, und möglicherweise gab es bereits einzelne Fälle, die heute als HIV-Infektionen diagnostiziert würden, aber 1961 waren dies keine Retrovirus-Infektionen, sondern Varianten anderer Krankheitsbilder. 1961 wäre der Erreger der menschlichen Immunschwäche also nicht nur über längere Zeit unverstanden geblieben, er wäre vielmehr in anderer Weise, als ein anderes Ding beschrieben worden, und der Verlauf der Epidemie sowie die Virologie hätten in Folge dessen mit hoher Wahrscheinlichkeit andere Verzweigungen genommen. Der Beginn der AIDS-Epidemie fiel offenbar in einen wissenschaftlichen Kontext, der genau an dieser Herausforderung seinen nächsten Innovationsschub erzielen sollte.

Aber nicht nur die Welt der Viren hat sich in jenen zwanzig Jahren gewandelt, auch der menschliche Organismus ist ein anderer geworden, wie das Zitat vermerkt. Erst in der Zwischenzeit wurde jene Klasse von Zellen identifiziert und charakterisiert, die von den AIDS-Viren angegriffen wird. Die Biowissenschaften konstatieren und konstituieren also nicht nur neue biologische Objekte wie z.B. Typen von Erregern, sondern das Wissen der Biomedizin rekonfiguriert auch bereits bestehende Wissensordnungen, versieht z.B. den Menschen mit einem Immunsystem und differenziert oder modifiziert dieses System permanent mit immer weiteren Klassen spezialisierter Zellen. Die klinische Beschreibung des Immunschwäche-Syndroms als eine neue Epidemie und die nahezu zeitgleiche Identifizierung des auslösenden Virus markieren dabei einen biologiehistorisch höchst bemerkenswerten Einschnitt, scheinen sich hier doch die evolutionäre Zeit des Erregers und die Entwicklung der Biomedizin exakt zu treffen. AIDS erscheint in dieser Perspektive als das höchst bemerkenswerte Zusammenfallen zweier Zeitreihen, nämlich der evolutionären Zeit des Virus, das genau in dem Moment epidemisch wurde, als die Zeit der Biologie das zu seiner Erforschung hinreichende Wissen produziert hatte.

3. WAS IST EIN VIRUS?⁷

Viren sind ein Grenzphänomen des Lebens *par excellence* wegen dieser eigentümlichen Verschränkung der Geschichte der Viren mit der

7 | Ton van Helvoort hat bereits vor zwanzig Jahren unter diesem Titel die chamäleonartige Vielgestaltigkeit der Forschungsstile in der Virologie analysiert, vgl. Ton van Helvoort: What is a Virus? The Case of Tobacco Mosaic Disease, in: Studies in History and Philosophy of Science 22 (1991), S. 557-588. Vgl. auch den Beitrag von Ton van Helvoort in diesem Band.

Erforschung des Lebens. Sie stehen nicht nur von ihrer Größe her bzw. aufgrund ihres hoch spezialisierten Stoffwechselparasitismus an der Grenze zwischen Belebtem und Unbelebtem, Sichtbarem und Unsichtbarem, Physik und Biologie, Natur und Kultur. Vielmehr beschreibt das biologische Wissen von den Viren in seiner historischen Entwicklung die Evolution problematisch-produktiver Grenz-zonen, an denen Wissensordnungen vom Leben weit über das Spezialgebiet der Virologie hinaus ihre Konturen gewonnen haben.

Wenn man die Geschichte der Virologie als einen solchen vorläufig un abgeschlossenen Differenzierungsprozess produktiver Grenz-zonen beschreiben wollte, könnten in grober schematischer Vereinfachung mindestens folgende Stationen markiert werden: Am Beginn der Virologie stand die Frage nach belebter Materie und der Substanz unsichtbarer pathogener Agenten, ihr folgte die nach den Mechanismen der Vererbung. Ein Strang der Realisierung dieses Programms führte zur Einführung des Informationsparadigmas in die Biologie. Die Erforschung von Retroviren modifizierte dann maßgeblich das zentralistische Steuerungsparadigma der Genetik und begründete die bis dahin unvorstellbaren Konstruktionsmöglichkeiten der Biotechnologie. In evolutionärer Perspektive schließlich verschwimmen am Leitfaden des Virus als ›reiner‹ biologischer Information die scheinbar stabilen Grenzen zwischen der Welt der technischen Artefakte und der natürlichen Dinge. Die Pathologisierung von Computerstörungen nach dem Modell von Viruserkrankungen ist dabei vielleicht gar kein metaphorologischer Wildwuchs, wenn er als Vorgriff auf eine autochthone Evolution von ›Information‹ gelesen wird, bei der dann in der Tat nicht mehr sinnvoll nach konkreten Implementierungsvarianten unterschieden werden kann. Als genau dieses Zwischending reiner, zu beliebiger Implementierung bereiter Information wird doch gerade heute das ›Mem‹ diskutiert, eine sich selbst reproduzierende intellektuelle Einheit. Damit wird deutlich, wie am Ausgang des 20. Jahrhunderts das Virale zur funktionalen kulturwissenschaftlichen Leerstelle geworden ist, die sich passgenau in höchst verschiedene Diskurse implantiert, ja bisweilen sogar in die Lage versetzt wird, als Zentraldiskurs der Postmoderne zu fungieren.

Was Leben ist, war die zentrale Frage der »Leitwissenschaft im 19. Jahrhundert«, der Physiologie.⁸ Mit der »laboratory revolution« wurde das Labor zum notwendigen Passagepunkt in der Herstellung biologischen Wissens und führte zu einer »Experimentalisierung des

8 | Philipp Sarasin/Jakob Tanner: Physiologie und industrielle Gesellschaft. Bemerkungen zum Konzept und zu den Beiträgen dieses Sammelbandes, in: dies. (Hg.), Studien zur Verwissenschaftlichung des Körpers im 19. und 20. Jahrhundert, Frankfurt/Main: Suhrkamp 1998, S. 12-43, hier S. 30.

Lebens« auf der Basis der Methoden von Physik und Chemie.⁹ Aber als am Ende des Jahrhunderts der moderne Begriff des Virus geprägt wurde, entstand die Virologie exakt aus der Kombination der herausdestillierten Merkmale toter und lebendiger Materie. Die Anwendung physikalisch-chemischer Forschungsmethoden ließ erst jenen Phänomenbereich sichtbar werden, der eindeutig alle Kriterien einer Flüssigkeit vereinigte, aber zugleich biologische Aktivität besaß. Vor rund einhundert Jahren wurde deshalb ein Agens gefordert, das so klein war, dass es alle verfügbaren Filter passierte und mit den zur Verfügung stehenden lichtmikroskopischen Techniken nicht sichtbar gemacht werden konnte, aber gleichwohl Infektionen auslösen konnte. Als Flüssigkeit fiel es deshalb in den Bereich der unbelebten Materie, aber als infektiöses Agens, das reproduzierbar spezifische Krankheitsbilder – in diesem Fall die Mosaikkrankheit der Blätter der Tabakpflanze – auslösen konnte, war es gleichzeitig eindeutig ein Phänomen aus der Welt des Lebens, wenngleich dessen subliminale Form.¹⁰ Die Entstehung der Virologie dokumentiert also so etwas wie den erreichten Konsens bei der chemisch-physikalischen Beschreibung des Lebens im 19. Jahrhundert und zugleich dessen Unterlaufen im Modell »lebendiger Chemikalien«.

Im 20. Jahrhundert entschieden neue Visualisierungstechniken den Streit zwischen Flüssigkeit oder biologischem Agens mit der elektronenmikroskopischen Darstellung von Viren als kleinsten, aber spezifisch geformten und strukturierten Teilchen. Als Teilchen verstanden sie nun einer Mechanik der Lebensvorgänge, und die Einsicht, dass sie dafür eigentlich viel zu klein seien, gab entscheidende Impulse für die Beschreibung ihres »geborgten Leben« (Laidlaw), d.h. ihrer intrazellulären Lebensweise unter Ausnutzung eines fremden Zellstoffwechsels für ihre Zwecke. Viren waren nach diesem Modell keine Spezialisten einer arteigenen Nanotechnologie und Miniaturisierung der Stoffwechselprozesse, sondern Technologie-Parasiten:

Das Virusteilchen gleicht also gewissermaßen einer Maschine, die erst durch Anknüpfung eines Getriebes und eines energieliefernden Motors sowie geeigneter, für die Rohstoffzufuhr

9 | Vgl. Andrew Cunningham/Perry Williams (Hg.): *The Laboratory Revolution in Medicine*, Cambridge: University Press 1992; sowie Hans-Jörg Rheinberger/Michael Hagner (Hg.): *Die Experimentalisierung des Lebens: Experimentalsysteme in den biologischen Wissenschaften 1850/1950*, Berlin: Akademie-Verlag 1993.

10 | Vgl. A. van Kammen: *Beijerinck's Contribution to the Virus Concept – An Introduction*, in: Charles H. Calisher/M.C. Hozinek (Hg.), *100 Years of Virology. The Birth and Growth of a Discipline*, New York: Springer 1999, S. 1-8.

sorgender Förderbänder oder anderweitiger Transmissionsmechanismen zu einer produktionsfähigen Maschinerie wird.¹¹

Zusammen mit der Aufklärung der Stoffwechselwege des Virus führte das Maschinenmodell dabei zugleich eine Unruhezone in die Virologie ein, produzierten diese Maschinen doch nicht ›etwas‹, sondern sich selbst. Als Maschinen betrachtet waren Viren biologische Realisierungen der selbstreproduzierenden Automaten von John von Neumann. Wieder lag die Produktivität virologischen Wissens in seiner Übergängigkeit.

Als die Frage nach dem Mechanismus der Vererbung weit über die Virologie hinaus ins Zentrum der Biologie rückte, eröffneten wiederum Viren wesentliche neue Einsichten. Diesmal waren es auf Bakterien spezialisierte Viren, mit denen die Vorgänge der Vererbung einer molekularbiologischen Erforschung zugänglich gemacht wurden. Die so genannten Bakteriophagen verkürzten nicht nur dank ihrer schnellen Lebenszyklen die Beobachtungszeiträume genetischer Forschungen, vielmehr verwandelten sie die einfachen Kulturschalen der Mikrobiologen in hoch differenzierte Laborräume, in denen im Zeitraffertempo die einzelnen Teilschritte der genetischen Reproduktionsarbeit differenzierbar und steuerbar wurden. Buchstäblich die Kulturmedien der Mikrobiologen wurden zum Darstellungsraum eines neuen Wissens von den Mechanismen der Vererbung, der Synthese und Steuerung von Erbinformation. Was Genetik ist, wie sie operiert, welche Mechanismen Mutation und Selektion auf molekularer Ebene entsprechen, hat sich wesentlich aus den Manipulationsmöglichkeiten belebter Materie durch Viren bestimmt. Dieses Kapitel der Virologie wäre noch als Teil einer Genealogie der Medienwissenschaften zu schreiben, verweisen doch die Effekte der bakteriologischen ›Medien‹ genau auf jene für die Medienwissenschaften grundlegende Ambiguität von Repräsentationsraum und Störfunktion: Nur in der Welt der Nährlösungen bzw. Petrischalen, d.h. unter den künstlichen Bedingungen des Labors, konnten Bakterien (und Viren) ›rein‹ zur Darstellung gebracht und voneinander geschieden werden, wobei die Differenzialität dieser Lebensformen ein direkter Effekt jener ›Kulturtechniken‹ war, eine Positivierung systematisch eingesetzter Störungen.

Die gezielte Erforschung der Funktionsmechanismen von Viren als biologisch aktiver Makromoleküle stand dabei in enger Wechselwirkung mit der Ablösung des mechanistischen Modells in der Biologie durch das Informationsparadigma. Die Aufspaltung der Viren in reine Struktur – die Proteine der Hülle eines Virus – und kodierende

11 | G. Schuster: Virus und Viruskrankeheiten, S. 24.

Sequenz – die genetische Sequenz im Kern – lieferte mit der Aufklärung des viralen Reproduktionszyklus zugleich ein entscheidendes Modell für die Molekularbiologie. Die anhand der Viren beschriebenen Mechanismen der Vererbung schienen so fundamental, dass eine Zeit lang Viren trotz ihres obligaten Stoffwechsel-Parasitismus als primitivste Lebensformen, als evolutionäre Vorform des Lebens auf dem Weg vom Molekül zur Zelle diskutiert wurden.¹²

Auch der Identifizierung von Retroviren und der enormen Intensivierung der Virus-Forschung infolge der weltweiten Ausbreitung von AIDS lässt sich eine epistemologische Verschiebung zuordnen. Als mit den Retroviren eine Gruppe charakterisiert wurde, deren genetische Information »rückwärts« in DNS prozessiert wird, waren es wieder die Viren, die das Grundgesetz der Molekularbiologie erschütterten, dass genetischer Code nur unidirektional von der DNS im Zellkern über die RNS der Synthesemaschinerie zur Vielfalt der Proteine im Zellkörper operativ wirksam sei, nachdem sie zuvor schon einmal die vermeintlich ehernen Kochschen Postulate zum Dingfestmachen eines Erregers ins Wanken gebracht hatten.¹³ Erst diese Revision einer starren kybernetischen Molekularbiologie mit eindeutig definiertem und hierarchisch fixiertem Steuerungszentrum durch eine dynamische Molekularbiologie wechselseitiger Beeinflussung von Code und Struktur hat den gegenwärtigen Biotechniken zur Konstruktion künstlicher Proteine, Zellen und Lebewesen verholfen. Zuvor eignete Viren zwar auch eine merkwürdige Doppelrolle von technischem Ding und wissenschaftlichem Objekt, wenn sie nicht nur selbst Gegenstand der Forschung waren, sondern mit ihnen als Instrumenten die intrazellulären Prozesse erforscht wurden.¹⁴ Denn mit Hilfe der Viren wurde die Zelle selbst zum Laborraum lebenswissenschaftlicher Forschungen gemacht: »Durch die enge Verknüpfung der Virusvermehrung mit dem Zellstoffwechsel werden die Viren zu feinsten Sonden, mit deren Hilfe komplizierteste Prozesse im Innern der lebenden Zelle abgetastet werden können.«¹⁵ Aber aus dieser Instrumentalisierung der Viren ist nicht zuletzt erst im Zuge der Retrovirologie mittlerweile eine ganze Toolbox perfekt aufeinander abgestimmter In-

12 | Vgl. Stephen S. Morse: *Evolving Views of Viral Evolution. Towards an Evolutionary Biology of Viruses*, in: *History and Philosophy of the Life Sciences* 14 (1992), S. 215-148.

13 | Vgl. Victoria A. Harden: *Koch's Postulates and the Etiology of AIDS. An Historical Perspective*, in: *History and Philosophy of the Life Sciences* 14 (1992), S. 249-269.

14 | Vgl. Hans-Jörg Rheinberger: *Experiment, Differenz, Schrift. Zur Differenz epistemischer Dinge*, Marburg: Basiliken Presse 1992.

15 | G. Schuster: *Virus und Viruskrankheiten*, S. 26.

strumente hervorgegangen, mit denen sich künstliche Formen des Lebens, artifizielle Hybride verschiedener Spezies oder neue Lebensmittel gezielt herstellen lassen. Kurzum, die Biotechnologie ist zu einem der wichtigsten industriellen Innovationszweige geworden.

4. DIE ZUKUNFT DER INFORMATION

Vielleicht liegt die biologische und, wie man mit absichtlich schiefer Wortwahl sagen könnte, lebensphilosophische Brisanz der Retrovirologie noch auf einem ganz anderen Feld. Wie schon erwähnt, hatte die Beschreibung des menschlichen Immunschwäche-Syndroms eine konzeptionelle Differenzierung des Immunsystems zur Voraussetzung, die zugleich eine Ausdifferenzierung des Körpermodells implizierte. Das sollte jedoch nicht die einzige Scharnierstelle bleiben, an der die modernen Biowissenschaften in Auseinandersetzung mit der Virologie den menschlichen Körper rekonfigurierten. Mit der Entzifferung des genetischen Codes humaner Retroviren und der sich daran anschließenden Entzifferung des menschlichen Genoms wurde man auf zahlreiche Sequenzüberschneidungen aufmerksam. Damit drängte sich die Frage auf, inwieweit Menschen hinsichtlich ihrer gegenwärtigen genetischen Ausstattung ein Produkt vergangener viraler Infektionen darstellen und ob unsere heutigen Handlungsspielräume davon mitgestaltet werden:

Zum Teil sind wir zu dem geworden, was wir sind, weil wir die Attacken unserer Parasiten überstanden haben. Aber die bisher untersuchten Viren haben noch mehr getan: Sie haben einen Teil ihrer Nucleotidsequenzen zu unserer eigenen genetischen Ausstattung beigesteuert. Wir tragen die Überreste von Retroviren in uns und geben sie von Generation zu Generation weiter, eingebaut in unsere Chromosomen und möglicherweise mit erheblichen Auswirkungen auf unsere Lebensfähigkeit.¹⁶

Brisanter noch als die von diesem Befund ausgehenden Irritationen für die notorische Frage nach einem Wesen des Menschen scheint mir seine Einbettung in gegenwärtige Diskurse über die Evolution von Information. Der alten Virusdefinition des *Oxford English Dictionary* als »intellectual poison« scheint eine ungeahnte, neue Relevanz zuzuwachsen, wenn hier das menschliche Erbgut als Zusammenstoß viraler und humaner genetischer Information aufscheint, während zeitgleich Gedankengebäude als infektiöse, darwinistische Systeme propagiert und selbst-reproduzierende Computerprogramme als Vorstufen künstlichen Lebens getestet werden, oder die Debatten der Post-

moderne mehr als nur einen Faible fürs Virale bezeugen. Sind solche überschießenden Metaphorisierungen vielleicht mehr als nur der Ausdruck eines biologistischen Pathologisierungszwangs und handelt es sich streng genommen überhaupt um Metaphorisierungen?¹⁷ Gibt es nicht präzise strukturelle Analogien, Überschneidungen, Übereinstimmungen zwischen der postmodernen Begeisterung für das Parasitäre, der humanoiden Pathologisierung der Informationsverarbeitung und der Ablösung der Physik durch die Biowissenschaften als Leitwissenschaft des 21. Jahrhunderts? Hier scheint vorderhand die gesamte Kultur auf die Evolution eines reinen Datenraumes nach dem Modell viraler Infektionen zuzulaufen, für die der Medientheoretiker und Kulturkritiker Douglas Rushkoff mit »Media Virus« den passenden Begriff lieferte. Und der Erfolg seiner Bücher scheint dieser Diagnose recht zu geben.¹⁸

Statt diese Apotheose der »Information« als Fluchtpunkt der globalisierten Gesellschaft in dieser oder ähnlicher Weise ein weiteres Mal herauszustreichen, soll hier vielmehr einer experimentellen Epistemologie des Lebendigen eine Lanze gebrochen werden. Einen ersten Fingerzeig liefert dazu die erstaunliche Koinzidenz der AIDS-Epidemie mit dem Auftreten von Computerviren. Exakt zum Zeitpunkt der Beschreibung des Erregers des menschlichen Immunschwäche-Syndroms trat das Virus ins Zeitalter einer informationstechnischen Infektiösität: 1983 erforschte der Informatiker Fred Cohen an der University of Southern California die Möglichkeitsbedingungen selbst-reproduzierender, parasitärer Computerprogramme, nachdem die Cyberpunk-Kultur schon längst solche Szenarien entwickelt hatte.¹⁹ Man muss es eine kulturhistorisch signifikante Konstellation nennen, dass kurze Zeit später eine der frühen Computervirus-Epidemien mit einer AIDS-Informations-Diskette verbreitet wurde. Und man könnte die Spekulation wagen, ob Computerviren ohne die AIDS-Debatte dasselbe Maß an Aufmerksamkeit hätten erzielen können. Kehrt hier die

17 | Vgl. Brigitte Weingart: *Ansteckende Wörter. Repräsentationen von AIDS*, Frankfurt/Main: Suhrkamp 2002, Kap. II.

18 | Douglas Rushkoff: *Media Virus. Die geheimen Verführungen in der Multi-Media-Welt*, Frankfurt/Main: Eichborn 1995, S. 13 ff.: »Wenn wir die Datensphäre als Erweiterung eines planetarischen Ökosystems verstehen oder als Nährboden für neue Ideen in unserer Kultur, dann müssen wir uns der Tatsache stellen, daß die Medienereignisse, die eine reale gesellschaftliche Veränderung hervorrufen, mehr sind als einfache Trojanische Pferde. Sie sind Medienviren.« Vgl. auch den Beitrag von Philipp Sarasin zu »Anthrax« als Medienvirus in diesem Band.

19 | Vgl. David Ferbrache: *A Pathology of Computer Viruses*, London: Springer 1992. Vgl. auch den Beitrag von Hilmar Schmundt in diesem Band.

Verschränkung von Biologie und Technologie, wie sie für die modernen Lebenswissenschaften eine entscheidende Voraussetzung ist, als Verlebendigung der Technik wieder, die nun eine eigene Pathologie, sogar eine virale Pathologie durchleidet? Ließe sich nicht hier von dem Hervortreten einer Problemzone sprechen, die eben deshalb gleichzeitig in Fiktion, Theorie, Computerpraxis und biologischer Forschung relevant wird, weil sich hier in vielerlei Varianten ein zusammenhängendes Phänomen zeigt?²⁰

Mir scheint es geboten, nicht vorschnell eine einzige Fusionsbewegung auf den Informationsbegriff anzusetzen, der dann gleichsam den genetischen Code der Biotechnologie, die Meme der Gehirnmaschinen und die Software der Computer zusammenfließen ließe. Denn offenbar vollzieht sich hier eine gegenläufige Konvergenzbewegung. Während auf der einen Seite biologische Systeme als informationsverarbeitende Einheiten konstruiert werden, tritt auf der anderen Seite die Computertechnik in eine Biologisierung, die weit über die Metapher des »Virus« hinausreicht. Bei der »Japanischen Grippe« z.B. handelt es sich um eine Computer-Infektionskrankheit und ein Experte für Antiviren-Software beschreibt sich entlang der vorgeprägten Muster für medizinische Expertise,²¹ eines der Handbücher des neuen Feldes trägt den prägnanten Titel »A pathology of computer viruses« und beschreibt u.a. die Computervirusinfektion einer kardiologischen Intensivstation.²² Erst in dieser zweiten Perspektive einer Biologisierung des Technischen – und sei es nur unter dem Signum des Pathologischen – tritt jene kulturelle Dynamisierung des Lebendigen hervor, die für die aktuellen Konzeptualisierungen des Viralen jenseits der Apotheose von Information charakteristisch ist – selbst da noch, wo sie sich im Ulk offenbart, wie 1987 in der viralen Computer-Botschaft: »Something wonderful has happened. Your AMIGA is alive!!!«

5. LEBENDIGES WISSEN

»Experimentelle Epistemologie« nannte der amerikanische Neurowissenschaftler Warren S. McCulloch sein Projekt, die Bedingungen der Wahrnehmung, die logischen Funktionen des menschlichen Geistes

20 | Vgl. Heather Schell: Outburst! A Chilling True Story about Emerging-Virus Narratives and Pandemic Social Change, in: Configurations 5 (1997), S. 93-133.

21 | »Dr.« Alan Solomon: PC Viruses. Detection, Analysis, and Cure, London: Springer 1991.

22 | D. Ferbrache: A Pathology of Computer Viruses, S. 16.

und damit schließlich die wissenschaftliche Form der Wirklichkeitskonstruktion aus den konkreten Operationsweisen des menschlichen Gehirns abzuleiten.²³ Hier sollte gewissermaßen der menschliche Geist mit einem Projekt ebenso fundamentaler wie finaler Aufklärung zu sich selbst gebracht werden. Spätestens nach einer ›Dekade der Hirnforschung‹ mit einer ins schier unüberschaubare gewachsenen Datenflut über Nervensysteme ist jene Aufbruchsstimmung der frühen Kybernetik verfliegen. Aber mehr noch als die reine Menge der erhobenen Befunde lässt eine mittlerweile eingetretene Akzentverschiebung in der Hirnforschung das vormalige Projekt als obsolet erscheinen: Gehirne gelten heute nicht mehr als perfekt präfigurierte und nach logischen Regeln operierende Maschinen, sondern als flexible Interaktionszentren, die aufgrund ihrer Plastizität nur als Produkt einer konkreten Geschichte mit offener Zukunft zu begreifen sind.

Zeigt sich darin aber nicht eine erstaunliche Parallele zur aktuellen molekulargenetischen Beschreibung des Menschen aus den Befunden der Retrovirologie? – Die epistemologische Einsicht, dass die Gegenstände der modernen Biowissenschaften von ihnen konstituiert werden, dass ihre wissenschaftlichen Objekte nicht von den Konzepten und Verfahren losgelöst werden können, scheint aktuell von den Forschungen der Lebenswissenschaften selbst eingeholt zu werden. Die Artificial Life-Forschung mag noch darauf hoffen, eine biologische Evolution von Software auf Großrechenanlagen zu simulieren, um echte künstliche Intelligenz zu züchten, weil Computerviren dabei »durch die kurzen Rechenzeiten eine extrem schnelle Evolution – quasi im Zeitraffertempo – durchlaufen würden«, von der »ein prähistorischer Einzeller nicht zu träumen wagte«.²⁴ Währenddessen diskutiert die Biologie Leben bereits als unvorhersehbar dynamische Systeme, deren epistemologischer Kern darin zu bestehen scheint, ihren wissenschaftlichen Beschreibungen immer schon voraus zu sein. Canguilhem hat vor gut fünfzig Jahren eine solche rekursiv-epistemologische Schleife der Biologie avisiert:

Es ist denkbar, daß die Biologie heute eine Wissenschaft ist, die für die philosophische Stellung des Problems der Erkenntnismittel und des Wertes dieser Mittel von entscheidender Bedeutung ist, und zwar weil die Biologie autonom geworden ist, vor allem weil sie

23 | Vgl. Warren S. McCulloch: A Historical Introduction to the Postulational Foundations of Experimental Epistemology, in: F.S. C. Northrop/H.H. Livingston (Hg.), Cross-Cultural Understanding. Epistemology in Anthropology, New York: Harper & Row 1964, S. 39-50.

24 | Ralf Burger: Das große Computerviren-Buch, Düsseldorf: Data Becker 1989, S. 346.

von der Rückwirkung des Objekts des Wissens auf die Konstitution des Wissens zeugt, welches auf das Wesen dieses Objekts abzielt, und schließlich weil sich in ihr Erkenntnis und Technik in unauflöslicher Weise verbinden.²⁵

Viren waren maßgeblich an dieser Verlebendigung des Wissens durch die Biologie beteiligt, weil sie immer schon als transiente Objekte zu Gegenständen wurden. Als bedrohliche Grenzgänger mobilisieren Viren mit jeder neuen Epidemie zwar immer noch vor allem eine Logik der Grenzziehungen und Dekontaminationen. Aber allein schon deren virologische wie politische Realisierung hat sich dabei längst als mindestens janusköpflich herausgestellt, weil sich das Kontrolldispositiv vor allem als effiziente Strategie der Erzeugung unvorhergesehener Effekte erweist. Homosexualität etwa konnte auf diese Weise vom Stigma zum politischen Differenzmerkmal avancieren.²⁶ Und Infektionsforscher zählen heute zu den prominentesten Verfechtern eines ›ökologischen Ansatzes‹ in der Mikrobiologie, weil die nach dem Modell der Kriegsführung organisierte Bekämpfung von Erregern vor allem neue Gegner und unerwartete Gesundheitsstörungen produziert.²⁷ Als Objekten des Wissens eignet Viren ein subversives Potential, das nur in ersten Umrissen geborgen ist.

25 | Georges Canguilhem: Das Experimentieren in der Tierbiologie, Berlin: Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte (Preprint 189) 2001, S. 23.

26 | Zu den politischen Effekten des Kontrolldispositivs in Zeiten von AIDS vgl. Simon Ruf/Joseph Vogl: Wir Victorianer?, in: Helga Raulff (Hg.), Sex. Vom Wissen und Wünschen, Ostfildern-Ruit: Hatje Cantz 2001, S. 105-113.

27 | So fordert etwa Joshua Lederberg: »Vielleicht ist das wichtigste, was wir machen können, die Metapher des Krieges für die Beschreibung der Beziehung zwischen Mensch und Erreger zu überwinden, die das 20. Jahrhundert dominiert hat. [...] Um das Zusammenspiel zwischen unserer Entourage in Form assoziierter Mikroben und unserer eigenen Physiologie zu beschreiben, habe ich vorgeschlagen, wir sollten uns dieses als ein ›Mikrobiom‹ denken, in Korrespondenz zum Genom.« (Joshua Lederberg: Infectious History, in: Ivan Amato [Hg.], Science. Pathways of Discovery, New York: Wiley 2002, S. 73-90, hier S. 88 f., Übersetzung C.B.).

LITERATUR

- Burger, Ralf: Das große Computerviren-Buch, Düsseldorf: Data Becker 1989.
- Canguilhem, Georges: Zur Geschichte der Wissenschaften vom Leben seit Darwin, in: ders., Wissenschaftsgeschichte und Epistemologie, Frankfurt/Main: Suhrkamp 1979, S. 134-153.
- Canguilhem, Georges: Das Experimentieren in der Tierbiologie, Berlin: Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte (Preprint 189) 2001.
- Cunningham, Andrew/Williams, Perry (Hg.): The Laboratory Revolution in Medicine, Cambridge: University Press 1992.
- Ferbrache, David: A Pathology of Computer Viruses, London: Springer 1992.
- Harden, Victoria A.: Koch's Postulates and the Etiology of AIDS. An Historical Perspective, in: History and Philosophy of the Life Sciences 14 (1992), S. 249-269.
- Helvoort, Ton van: What Is a Virus? The Case of Tobacco Mosaic Disease, in: Studies in History and Philosophy of Science 22 (1991), S. 557-588.
- Kammen, A. van: Beijerinck's Contribution to the Virus Concept – An Introduction, in: Charles H. Calisher/M.C. Horzinek (Hg.), 100 Years of Virology. The Birth and Growth of a Discipline, New York: Springer 1999, S. 1-8.
- Latour, Bruno: Wir sind nie modern gewesen. Versuch einer symmetrischen Anthropologie, Berlin: Akademie-Verlag 1995.
- Lederberg, Joshua: Infectious History, in: Ivan Amato (Hg.), Science. Pathways of Discovery, New York: Wiley 2002, S. 73-90.
- Levine, Arnold J.: Viren. Diebe, Mörder und Piraten, Heidelberg: Spektrum 1993.
- McCulloch, Warren: A Historical Introduction to the Postulational Foundations of Experimental Epistemology, in: F.S.C. Northrop, H.H. Livingston (Hg.), Cross-cultural Understanding. Epistemology in Anthropology, New York: Harper & Row 1964, S. 39-50.
- Morse, Stephen S.: Evolving Views of Viral Evolution. Towards an Evolutionary Biology of Viruses, in: History and Philosophy of the Life Sciences 14 (1992), S. 215-148.
- Murphy, Frederic A.: The Evolution of Viruses, the Emergence of Viral Diseases: A Synthesis that Martinus Beijerinck Might Enjoy, in: Charles H. Calisher/M.C. Horzinek (Hg.), 100 Years of Virology. The Birth and Growth of a Discipline, New York: Springer 1999, S. 73-85.
- Rheinberger, Hans-Jörg: Experiment, Differenz, Schrift: Zur Differenz epistemischer Dinge, Marburg: Basiliken Presse 1992.

- Rheinberger, Hans-Jörg/Hagner, Michael (Hg.): Die Experimentalisierung des Lebens: Experimentalsysteme in den biologischen Wissenschaften 1850/1950, Berlin: Akademie-Verlag 1993.
- Ruf, Simon/Vogl, Joseph: Wir Victorianer?, in: Helga Raulff (Hg.), Sex. Vom Wissen und Wünschen, Ostfildern-Ruit: Hatje Cantz 2001, S. 105-113.
- Rushkoff, Douglas: Media Virus. Die geheimen Verführungen in der Multi-Media-Welt, Frankfurt/Main: Eichborn 1995.
- Sarasin, Philipp/Tanner, Jakob: Physiologie und industrielle Gesellschaft. Bemerkungen zum Konzept und zu den Beiträgen dieses Sammelbandes, in: dies. (Hg.), Studien zur Verwissenschaftlichung des Körpers im 19. und 20. Jahrhundert. Frankfurt/Main: Suhrkamp 1998, S. 12-43.
- Schell, Heather: Outburst! A Chilling True Story About Emerging-Virus Narratives and Pandemic Social Change, in: Configurations 5 (1997), S. 93-133.
- Schuster, Gottfried: Virus und Viruskrankheiten [Neue Brehm-Bücherei Bd. 198], Wittenberg: Ziemsen 1957.
- Solomon, Alan: PC Viruses. Detection, Analysis, and Cure, London: Springer 1991.
- Weingart, Brigitte: Ansteckende Wörter. Repräsentationen von AIDS, Frankfurt/Main: Suhrkamp 2002.