

Situierendes Wissen und regionale Epistemologie: Zur Aktualität Georges Canguilhem und Donna J. Haraways, ed. by Astrid Deuber-Mankowsky and Christoph F. E. Holzhey, *Cultural Inquiry*, 7 (Wien: Turia + Kant, 2013), pp. 51–85

HENNING SCHMIDGEN 

Cyborg Vision

Über eine Konfiguration zwischen Historischer Epistemologie, Wissenschaftsforschung und Medienwissenschaft

CITE AS:

Henning Schmidgen, »Cyborg Vision: Über eine Konfiguration zwischen Historischer Epistemologie, Wissenschaftsforschung und Medienwissenschaft«, in *Situierendes Wissen und regionale Epistemologie: Zur Aktualität Georges Canguilhem und Donna J. Haraways*, hg. v. Astrid Deuber-Mankowsky und Christoph F. E. Holzhey, *Cultural Inquiry*, 7 (Wien: Turia + Kant, 2013), S. 51–85 <https://doi.org/10.37050/ci-07_03>

RIGHTS STATEMENT:

© by the author(s)
This version is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

CYBORG VISION

Über eine Konfiguration zwischen Historischer Epistemologie,
Wissenschaftsforschung und Medienwissenschaft

Henning Schmidgen

Knapp vorbei ist ebenfalls daneben. Das gilt auch für *Wikipedia*, zumindest in ihrer deutschen Fassung. In bemerkenswerter Abweichung von den englisch- und französischsprachigen Versionen der Online-Enzyklopädie wartet der hierzulande verfasste Artikel zu Donna J. Haraway mit der Feststellung auf, Haraway habe »Evolutionstheorie in Paris bei Georges Canguilhem« studiert.¹ Wenn überhaupt, kann davon aber nur in eingeschränktem Sinn die Rede sein. In der Tat kam Haraway 1966, nach ihrem B.A.-Abschluss in Zoologie mit einem Fulbright-Stipendium von Denver nach Paris. Dort war ihr Ziel, ein ganzes Jahr lang »Teilhard de Chardin und evolutionäre Philosophie zu studieren«² – ein Vorhaben, das sich vielleicht auch als Reflex auf ihre eigene hybride Existenz, ihr Cyborg-Dasein als »katholisches Mädchen aus Irland« mit einem brennenden Interesse für Biologie verstehen lässt.³

Haraway besteht auf der Jahreszahl: 1966 ist nicht 1968. Die Studentenbewegung hatte während ihres Aufenthalts in der französischen Metropole noch keinen deutlichen Ausdruck gefunden. Vielmehr stand die Zeit noch ganz im Zeichen der US-amerikanischen Einmischung in die Politik Südasiens, des Vietnamkriegs:

Die Konstellation dieser Ereignisse – die Beziehungen zwischen Wissenschaft und Krieg, die Frage des *religiösen* Widerstands gegen den Krieg sowie die Tatsache, dass ich die Vereinigten Staaten gerade zu diesem Zeitpunkt verlassen habe und mich in Paris wiederfand – hat mich sehr beeinflusst.⁴

Wie kaum anders zu erwarten, spielte Georges Canguilhem in dieser Konstellation kaum eine Rolle. Zwar hat Haraway nach eigenem Bekunden Vorlesungen von Canguilhem an der Sorbonne gehört. »Aber«, so fügt sie rückblickend hinzu, »ich wusste damals nicht wirklich, wer er war.«⁵ Zudem war der Gegenstand dieser Vorlesungen, soweit er sich aus dem Nachlass Canguilhems rekonstruieren lässt, nicht die Evolutionstheorie und schon gar nicht das Werk des katholischen

Theologen, Anthropologen und Paläontologen Pierre Teilhard de Chardin. Canguilhem las vielmehr über den Begriff des Organismus und die Frage nach dem Gegenstand der Wissenschaftsgeschichte.

Erst nach ihrer Rückkehr aus Frankreich hat Haraway sich in bewusster Weise mit Canguilhem auseinandergesetzt: »Ich habe Canguilhems *Le Normal et le pathologique* nach 1968 gelesen, vielleicht 1970, als ich anfang, Wissenschaftsgeschichte auf Hawaii zu unterrichten.«⁶ Von 1971 bis 1974 hatte Haraway an der dortigen Universität eine Stelle für Women Studies und General Science inne, um im Anschluss daran am Department für Wissenschaftsgeschichte der Johns Hopkins University in Baltimore zu lehren und zu forschen. Die vertiefte Auseinandersetzung mit Canguilhem hat erst in Baltimore begonnen, »zum Teil weil mein Kollege William Coleman mich an ihn heranföhrte«.⁷

Stellt man den Kontext in Rechnung, begann diese Auseinandersetzung immer noch vergleichsweise fröh. Erst Jahre später, 1978, erschien die amerikanische Übersetzung von *Le normal et le pathologique*, mit dem berühmten Vorwort von Michel Foucault.⁸ In denselben Zeitraum fällt die Veröffentlichung von Haraways Doktordissertation über die Geschichte der Organismus-Metaphern in der Entwicklungsbiologie des 20. Jahrhunderts. Zwar ist die Kategorie der Metapher kein prominenter Bestandteil von Canguilhems Epistemologie, und folgerichtig wird Canguilhem in Haraways Dissertation an keiner Stelle zitiert. Dennoch verfügt die Problemstellung von *Crystals, Fabrics, and Fields* über Berührungspunkte mit den Interessen, die der Autor von *Le normal et le pathologique* verfolgte.

Wenn Haraway nämlich in ihrer historisch fundierten Auseinandersetzung mit der modernen Embryologie versucht, eine materialistisch-organische Systemtheorie als »dritten Weg« zwischen biologischem Mechanismus und Vitalismus zu etablieren, dann trifft sie sich mit Canguilhems Vorhaben, die starre Entgegensetzung von wissenschaftlichem Reduktionismus und philosophischem Idealismus in der Biologie durch ein neues Verständnis des Vitalismus als »vorsichtigem Positivismus« zu durchbrechen. Zudem hatte Canguilhem in seinem programmatischen Aufsatz »Maschine und Organismus« ausdrücklich darauf hingewiesen, dass besonders die experimentelle Embryologie »zu einer Abkehr von den Darstellungen mechanischen Typs in der Deutung der lebendigen Phänomene« beigetragen habe.⁹

Noch in anderer Hinsicht berühren sich die frühen Arbeiten von Haraway mit dem Werk Canguilhems. Das zeigt sich an zwei Beiträgen zur Biologiegeschichte: Haraways polemischer Besprechung der thematisch mit ihrer Dissertation verwandten, aber explizit marxistisch orientierten Studie über Wilhelm Roux und Hans Driesch, die der DDR-Wissenschaftshistoriker und Embryologie-Experte Reinhard Mocek 1974 vorgelegt hatte, und der Fallstudie über den US-Primatologen Clarence Ray Carpenter, die sich – gleichsam im Vorgriff auf *Primate Visions* (1989) – mit dem Übergang von physiologischen zu kybernetischen Modellvorstellungen in der Verhaltensforschung auseinandersetzt. Beide Aufsätze wurden in der von William Coleman zusammen mit dem Canguilhem-Schüler Camille Limoges herausgegebenen Reihe *Studies in the History of Biology* veröffentlicht.¹⁰ Insofern hat die frühe Haraway sich durchaus im intellektuellen Umfeld von Canguilhem bewegt. Sie aber als Schülerin von Canguilhem zu bezeichnen und damit zugleich (nur) eine Verbindung zur Evolutionstheorie nahezulegen, führt in die Irre. Knapp vorbei ist auch daneben.

Wenn es heute also aus durchaus unterschiedlichen Motiven und in verschieden gelagerten Perspektiven darum geht, die Arbeiten von Haraway und Canguilhem aufeinander zu beziehen, wird sich die nähere Auseinandersetzung mit diesem ungleichen Paar nicht auf die Erträge einer Einflussforschung verlassen können. Stattdessen geht es um die Erkundung eines weitgehend offenen Verhältnisses, einer losen Kopplung, eines Kräftefelds mit Zonen der Anziehung *und* Abstoßung. Gelegentlich beruft Haraway sich in ihren späteren Untersuchungen zwar auf den berühmten Philosophen und Historiker der Lebenswissenschaften – beispielsweise in *Primate Visions*, wo sie bemerkt, dass Canguilhems Studien wesentlich für das Verständnis der Konstruktion jener modernen Konzepte des Normalen und des Pathologischen bleiben, »ohne die die ganze Architektur der sexuellen und rassistischen Differenz nicht hätte errichtet oder erhalten werden können«, oder in *Modest_Witness*, wo Canguilhem neben Foucault und Sarah Franklin als entscheidende Bezugsgröße für die Frage nach der »Erkenntnis des Lebens« fungiert.¹¹ Detailliertere Auseinandersetzungen mit dem weit verzweigten Werk Canguilhems finden sich bei Haraway aber nicht. Und somit scheint es angemessen, wenn sie selbst resümiert: »Canguilhem war für mich nicht wirklich ein ›Einfluss‹, aber er war ganz bestimmt ein Teil der Ideenwelt, die für mich wichtig war, damals wie heute.«¹²

Welche Stellung Canguilhem in dieser ›Ideenwelt‹ zukam (und zukommt), ist damit freilich nicht gesagt, und das ist der Ansatzpunkt des vorliegenden Beitrags. Diese Studie geht der Frage nach, in welcher Weise sich konstruktive Beziehungen zwischen der Tradition der Historischen Epistemologie und der aktuellen Wissenschafts- und Technikforschung herstellen lassen. Neuere Ansätze in diesem Bereich, beispielsweise die Akteur-Netzwerk-Theorie, haben sich mit deutlichen Worten von den historisch-epistemologischen Arbeiten Canguilhems, Gaston Bachelards und anderer Autoren abgesetzt. Besonders markant ist diese Distanzierung bei Bruno Latour ausgefallen. Für Latour ist Bachelards Idee des »epistemologischen Bruchs« ebenso unakzeptabel wie Canguilhems klare Unterscheidung von »Rationalität und Ideologie«. Beides steht ihm zufolge dem Verständnis der kontinuierlichen Netzwerke entgegen, die für die konkrete Tätigkeit von Wissenschaftlern und Ingenieuren charakteristisch sind. Auch die Tatsache, dass zumindest Canguilhem an der Differenz von Wissenschaft und Technik festgehalten hat, kann für eine Auseinandersetzung mit der Technoscience kaum als fruchtbar erscheinen. Und schließlich muss die Fokussierung der Historischen Epistemologen auf die Frage der wissenschaftlichen Begriffe für eine Wissenschafts- und Technikforschung, die vor allem an der materiellen Kultur der Laboratorien, an den *inscription devices* und *immutable mobiles* der wissenschaftlichen Praxis interessiert ist, als unangemessen, ja antiquiert erscheinen.¹³

In bewußter Absetzung von dieser Sichtweise wird im Folgenden das Spannungsfeld zwischen Historischer Epistemologie und Wissenschafts- und Technikforschung mit Blick auf die dort bislang kaum genutzten Potentiale der Medienwissenschaft erkundet. Bei Haraway liegt dies insofern nahe, als sie sich selbst für medienwissenschaftliche Fragestellungen interessiert hat, beispielsweise in Bezug auf den dokumentarischen und wissenschaftlichen Film.¹⁴ Darüber hinaus fungiert die Verfasserin des »Cyborg-Manifests« schon seit längerem als explizite Referenzgröße für den Diskurs der Medienwissenschaft. Neben Jean Baudrillard, Manuel Castells und anderen gilt Haraway als eine der Vordenkerin der »Cyberculture«, und dementsprechend haben programmatische Texte Haraways Eingang in die Übersichtsbände und Reader zur Medienwissenschaft gefunden.¹⁵ Sehr viel größer ist die Distanz zwischen dem medienwissenschaftlichen Diskurs und den Arbeiten von Canguilhem. Abgesehen von einigen Bemerkungen über die Rolle des Computers als irreführendes Modell der zeitgenössischen Hirnfor-

schung hat Canguilhem sich an keiner Stelle direkt zum Problem der Medien geäußert.¹⁶ Allerdings scheinen durch die zentrale Bedeutung, die in seinem Werk der Technik zukommt, ebenso wie durch seine kritische Zeitgenossenschaft zur Kybernetik und die Nähe zu Foucault durchaus Affinitäten zur Medienwissenschaft zu bestehen.

Vor diesem Hintergrund erfolgt die Argumentation der vorliegenden Studie in zwei Schritten. Der erste, epistemologische Schritt geht von einer Sichtung der bisherigen Beiträge zum Verhältnis von Haraway und Canguilhem aus, die bislang vor allem im philosophischen und philosophiehistorischen Register verblieben sind. Dabei ist Haraways Figur des Cyborgs und das von Canguilhem prominent thematisierte Verhältnis von Maschine und Organismus in den Mittelpunkt gestellt worden, aber nur vereinzelt wurde der Rückbezug auf die historisch gewachsene Materialität der wissenschaftlichen und (medien-)technischen Praktiken vollzogen. Im Anschluss an Überlegungen von Ian Hacking wird im Folgenden das durch den Wissenschaftssoziologen Andrew Pickering geprägte Konzept der »Cyborg History« aufgenommen,¹⁷ um für eine stärker fokussierte und zugleich stärker kontextualisierte Historisierung des Verhältnisses von Maschine und Organismus zu plädieren. In den Fokus rücken dabei unterschiedliche Formen der medialen Interaktion von Organismen und Maschinen im Labor, die im Sinne von Pickerings *mangle* oder Rheinbergers »Experimentalsystemen«¹⁸ der Hervorbringung des Neuen dienen.

Für solche Labor-Cyborgs hat Haraway sich bereits in den frühen 1980er Jahren interessiert, als sie das wegweisende Buch, das Latour und Woolgar dem *Laboratory Life* gewidmet haben, in einer subtilen Besprechung würdigte.¹⁹ Umgekehrt hat Canguilhem – als der Philosoph, der er war – schon in den 1950er Jahren einige Überlegungen zum »künstlichen Milieu« der biologischen Laboratorien angestellt und sich gleichsam im Gegenzug für die epistemologischen Besonderheiten des biologischen Experimentierens interessiert.²⁰ Im Anschluss daran geht es hier darum, über das Konzept der Cyborg History programmatisch auf die Körperlichkeit wissenschaftlicher Praxis einzugehen, die zwar vereinzelt angesprochen, aber zumindest in den neueren *laboratory studies* kaum näher untersucht worden ist.²¹

Im zweiten, historischen Teil dieses Beitrags wird die Frage erörtert, auf welche Weise Wissenschaft und Technik zur Herstellung und Verbreitung dessen beigetragen haben, was Haraway als eine bestimmte »Vision« der wissenschaftlich-technisch bestimmten Realitäten bezeich-

net. Das historische Beispiel dafür sind die Projektionsvorrichtungen, mit denen die Lebenswissenschaftler des späten 19. und frühen 20. Jahrhundert versuchten, ein *neues Bild des Lebens* zu schaffen. Mit Blick auf den Physiologen Johann Nepomuk Czermak (1828-1873) und den Pharmakologen Carl Jacoby (1857-1944) wird gezeigt, dass es komplexe medientechnische Gefüge aus maschinellen und organischen Bestandteilen waren, die eine »unmittelbare Anschauung« lebenswissenschaftlicher Tatsachen in Hörsälen und anderen öffentlichen Einrichtungen erlauben sollten.²²

Von Haraways Cyborg-Manifest wird damit eine Brücke zu ihrem Theorem der »verkörperten Objektivität« geschlagen. In ihrem Aufsatz über »Situieretes Wissen« hat Haraway auf die Verbindung hingewiesen, die zwischen visuellen Wissenschaftsstrategien und Praktiken der Distanzierung, der Machtausübung und »Gefräßigkeit« bestehen. Im gleichen Atemzug hat sie in einem durchaus medienwissenschaftlichen Sinn zur »Erforschung der verschiedenen Apparate der visuellen Produktion« aufgefordert, »zu denen auch die prothetischen Technologien an der Schnittstelle zu unseren biologischen Augen und Gehirnen gehören«.²³ Dieser Aufforderung wird hier durch eine detaillierte Schilderung von Visualisierungstechniken und -architekturen der biologischen Lehre um 1900 nachgekommen, ohne dabei allerdings, zumindest dem Anspruch nach, die Verbindung zu Canguilhem abreißen zu lassen.

Anders als vielleicht erwartet, hat dieser nämlich auch dem Problem der optischen Gewalt in der wissenschaftlichen Praxis kritische Aufmerksamkeit geschenkt. So beschreibt Canguilhem in seiner Geschichte des Reflexbegriffs unter Bezugnahme auf das physiologische Tierexperiment, wie aus der »Raserei des Sehens« (*voir*) eine des »Voraussehens« (*prévoir*) werden konnte. Besonders für die experimentellen Praktiken des Vivisezierens und Dekapitierens von Versuchstieren gelte, dass eine »vorausgehende Gewalt« erforderlich sei, um in diesen Fällen das Sehen zu ermöglichen. Laut Canguilhem ist die Folge, dass das Sehen selbst gewalttätig werde.²⁴ Die im zweiten Teil des vorliegenden Beitrags beschriebenen Projektionen von Froschherzen, die vom Körper isoliert wurden, aber dennoch weiter schlagen, lassen sich als treffende Beispiele für diese Gewalt der wissenschaftlichen Vision begreifen.

Das Wagnis, die Aspekte einer inhaltlichen Begegnung zwischen Haraway und Canguilhem zu erkunden, hat zuerst Ian Hacking auf sich genommen. In seinem Beitrag zu einer Zeitschriften-Sondernummer über Canguilhem bestimmt Hacking die Aktualität von Canguilhems Werk durch den Bezug auf die von Haraway seit Mitte der 1980er Jahre propagierte Cyborg-Thematik. Vermittels einer genauen Lektüre von Canguilhems Aufsatz »Maschine und Organismus«, zuerst 1952 in *Die Erkenntnis des Lebens* erschienen, weist der Philosoph auf das anhaltende Interesse einer biologisch fundierten Techniktheorie hin. Mit ausgezeichnetem Gespür für die Resonanzen zwischen europäischen und anglo-amerikanischen Theorietraditionen, stellt Hacking dabei die Bedeutung des Gegensatzpaares »Maschine und Organismus« für Haraways Cyborg-Manifest heraus. Tatsächlich handelt es sich um eine Leitdifferenz, die Haraway gleich zu Anfang ihres Manifests einführt, um den Cyborg zu definieren: »Cyborgs sind kybernetische Organismen, Hybride aus Maschine und Organismus [...]«. ²⁵

In der Folge greift Haraway diese Opposition immer wieder auf: bei der Charakterisierung der »Informatik der Herrschaft« ebenso wie in Hinsicht auf die »Hausarbeitsökonomie« in der kapitalistischen Gesellschaft wie auch mit Blick auf die technophilen Vorstellungswelten feministischer Science Fiction-Literatur. Die Bedeutung dieses Gegensatzpaares wird von ihr auch programmatisch umrissen: »Die Maschinen des späten 20. Jahrhunderts haben die Differenz von natürlich und künstlich, Körper und Geist, selbstgelenkter und außengesteuerter Entwicklung sowie viele andere Unterscheidungen, die Organismen und Maschinen zu trennen vermochten, höchst zweideutig werden lassen.« ²⁶

Damit ist aber auch ein Unterschied markiert. Canguilhem war in seinem Aufsatz von 1952 vor allem daran interessiert, eine weit verbreitete Denkfigur in Frage zu stellen, der zufolge Organismen immer wieder in Analogie zu Maschinen aufgefasst worden sind. Stattdessen sollten, so sein immer noch provozierender Vorschlag, Maschinen auch im Sinne von Organismen betrachtet werden, zumindest aber als durch das Leben erzeugte und verwendete Organe. Haraway geht es gerade nicht um solche Umkehrungen. Sie interessiert sich für das Durchlässigwerden von Grenzen, die Auflösung von Polaritäten oder, wenn man so will: für das »und« zwischen Maschine/Organismus.

Hacking stellt in seiner Auseinandersetzung mit Canguilhem und Haraway nun zwei Thesen auf. Zum einen gibt er zu bedenken, dass Canguilhems Aufsatz in bestimmter Hinsicht radikaler argumentiere als Haraways Manifest. Statt nämlich auf fantastische Mischwesen und eine postmoderne Überschreitung von Trennlinien abzustellen, verankere der Autor von »Maschine und Organismus« die Technik tief im Leben selbst. Maschinen sind demzufolge immer schon eng mit dem Organismus verbunden, »*sie sind eine Erweiterung des Lebens, der Vitalität, der Lebenskraft*«, wie Hacking sagt.²⁷ Erst unter bestimmten historischen Bedingungen, zum Beispiel dem Bau von Uhren oder Automaten, löse sich die Technik vom Körper des Menschen, »hafte« diesem nicht mehr an, und trete ihm in der Folge gegenüber und entgegen.²⁸ In dieser vorgängigen Auftrennung hätte die heute zu beobachtende Cyborgisierung also gewissermaßen ihre technik- und sozialhistorische Voraussetzung. Sie bringt wieder zusammen, was – vitalrationalistisch betrachtet – eigentlich zusammengehört.

Andererseits gesteht Hacking der Verfasserin des Cyborg-Manifests zu, in der Begegnung mit Canguilhem die Oberhand zu behalten. Darauf zielt seine zweite These: Haraway verbinde »Fakt, Fiktion und Übertreibung« in einer solchen Weise, dass daraus ein Diagnostikum für unsere heutige Welt der Technoscience werde.²⁹ Während Canguilhem noch an der modernen Trennung von Wissenschaft und Ideologie festhalte, sei Haraway schon voll und ganz in die Welt des »postmodernen Wissens« eingetaucht. Demzufolge setzen sich ihre Analysen und Argumente von innen heraus mit einer Situation auseinander, in der sich die Anhaltspunkte dafür gemehrt haben, dass wir »nie modern gewesen« sind.³⁰

Dennoch ist es Canguilhem und nicht Haraway, der am Schluß von Hackings bemerkenswertem Aufsatz steht. Trotz oder gerade wegen seiner Verankerung in der Moderne stellt das Canguilhemsche Werk in Hackings Augen die entscheidenden theoretischen und historischen Ressourcen bereit, auf die auch in Zukunft zurückzugreifen sein wird, um die sich zwischen Natur und Kultur entfaltende Dynamik von Wissenschaft und Technik genauer zu erfassen. Hacking geht es also nicht um Immersion und Subversion, sondern nach wie vor um kritische Distanz.

Ebenfalls auf Aktualität bezogen, allerdings in einem ganz anderen Sinn, ist die »Cyborg-Philosophie«, die Thierry Hoquet im Anschluss an Hacking vorgelegt hat. Ausgehend von Haraways Diktum, dass Cyborgs »unsere Ontologie« sind,³¹ legt Hoquet in einer Reihe von kul-

turphilosophischen Überlegungen und Beobachtungen dar, wie stark die Mischwesen aus Maschine und Organismus in unser alltägliches Handeln und Denken eingedrungen sind – vor allem durch das Fernsehen, das Kino und die Computerspiele.³² Parallel dazu weist er die philosophischen und mythologischen Traditionen auf, in denen Chimären, Hybride und andere Mischwesen schon seit langem eine Rolle spielen. Das reicht ihm zufolge von der aristotelischen Metaphysik bis hin zur mittelalterlichen Idee der *coincidentia oppositorum*, von den chinesischen Prinzipien »Yin« und »Yang« bis zum sumerischen Mythos der Gottheiten Abzu und Tiamat.

In dieser Perspektive erscheint »Cyborg« als Chiffre für *jeden* Versuch, »die Einheit durch die Vereinigung von Entitäten wiederherzustellen, die unberechtigter Weise getrennt worden waren.«³³ Demnach hat der Cyborg eine sehr viel längere Tradition, als es Haraways Bezüge auf die zeitgenössische Informationstechnologie suggerieren. Hoquet zufolge findet sich die »Cyborg-Operation« jenseits des kybernetischen Phantasmas in jeder Praktik, die, indem sie Gegensätze aufeinander treffen lässt, prekäre Hybride produziert. »Cyborg« steht allgemein für ein *Denken gegen die Dualismen*, um den Untertitel seines Buch aufzugreifen.

Auf diesen Überlegungen basieren die »Canguilharawayschen Abschweifungen«, in denen Hoquet den Cyborg als »illegitimen Abkömmling« der Arbeiten von Haraway *und* Canguilhem fasst.³⁴ Damit bekräftigt und verschärft er den Befund von Hacking, scheint aber zugleich seine sorgfältige Balance, sein konstruktives Gleichgewicht zu stören. Auch Hoquet weist Haraway die Rolle der avantgardistischen Philosophin zu, die schon durch ihren Schreibstil Grenzen verschwimmen lässt, Gegensätze aufhebt und das Eine – die Maschine – in das Andere – den Organismus – übergehen lässt. Das Resultat ist Hoquet zufolge, dass auch die Position der Autorin ungreifbar und damit nahezu unangreifbar werde: »*Insaisissable Haraway*«.³⁵

Dagegen wird Canguilhem als der an Bergsons Idee einer »allgemeinen Organologie« anknüpfende Historiker und Epistemologe präsentiert, der sich für konkrete Verbindungen zwischen Mensch und Maschine, Technik und Körper interessiert habe. Dieser Charakterisierung entspricht die von Hoquet eingeführte Unterscheidung zwischen »Cyborg« und dem, was er den »Organorg« nennt.³⁶ Mit diesem neuen Begriff soll jeder menschliche Organismus bezeichnet werden, der mit neuen Organen, d. h. Werkzeugen oder Maschinen, ausgestattet ist:

»Organorg ist überall: jeder ausgestattete oder ausstaffierte Mensch, letztlich sogar jeder Mensch *tout court* ist bereits in gewisser Weise ein Organorg.«³⁷

Während der Cyborg ein fiktionales Wesen bleibe, das eine letzten Endes nur hypothetische Integration von Lebewesen in Schaltkreise darstelle, sei Organorg der konkrete, der verwirklichte Cyborg. Daher müsse man »keine Angst« vor Haraways Cyborg haben: »Weit davon entfernt, ein transhumanistisches Versprechen zu sein, ist sie/er letzten Endes nur ein Epiphänomen, das bruchlos die Jahrhunderte alte technische Aktivität verlängert, die für den Prozess der Hominisierung des Menschen grundlegend ist.«³⁸

Spätestens an diesem Punkt möchte man die Ausgestaltung der inhaltlichen Begegnung zwischen Haraway und Canguilhem nicht mehr den Philosophen überlassen. So anregend und plausibel Hackings Konjunktion von Canguilhem und Haraway ist, so wenig scheint ihr Potential ausgeschöpft, wenn an einer weitgehend unhistorischen Idee des Menschen und seinem begrifflichen Traditionsreichtum festgehalten wird. Von einer Cyborg-Philosophie in diesem Sinne ist daher zur Cyborg-Geschichte überzugehen.

KYBERNETIK UND GESCHICHTE

Glaubt man Andrew Pickering, dann ist *jede* Geschichte eine Cyborg-Geschichte – zumindest seitdem sich das Schreiben von Geschichte unter Bedingungen »post WK II« vollzieht. Pickering zufolge ist die Wissenschaftszeit nach 1945 wesentlich durch Kybernetik, Spieltheorie und *operations research* bestimmt. Mit diesen Interdisziplinen habe sich ein neuer Typus von Wissenschaft ausgeprägt, der seine ontologischen Grundlagen nicht mehr in einer vorgegebenen, materiellen Welt finde, aber auch nicht, wie etwa die Geistes- und Sozialwissenschaften, an die Sphäre des spezifisch Menschlichen gebunden sei. Die Ontologie der Cyborg-Wissenschaften sei vielmehr gänzlich auf die *operation* ausgerichtet, beispielsweise »die Leistung eines heterogenen Gefüges aus Menschen und Nichtmenschen, aus Flugzeugen, Unterseebooten, Radargeräten und -soldaten, Piloten, Wasserstoffbomben usw.«³⁹

Die Relevanz dieser Überlegung besteht darin, dass sie das in jüngerer Zeit erwachte Interesse an den heterogenen Handlungskollektiven unserer Wissenschafts- und Technikgesellschaft mit einem historischen Index versieht, und zwar letztlich unabhängig davon, ob diese Kolle-

tive nun als Cyborgs (wie bei Haraway), als Experimentalsysteme (Rheinberger) oder als *mangles* (Pickering) bezeichnet werden. Die Einsicht, dass Menschen, Tiere, Maschinen und Zeichen an solchen Kollektiven weitgehend gleichberechtigt beteiligt sind, wäre demnach nicht allein der Originalität einer einzelnen Autorin oder eines einzelnen Autors zu verdanken. Nimmt man Pickerings These ernst, würde diese Einsicht mindestens ebensosehr von einer sozialen und politischen Konfiguration abhängen, die um 1940 in den Vereinigten Staaten zwischen Wissenschaft und Militär entstand und in der Nachkriegszeit fort- bzw. weitergeführt wurde, um in ihren US-amerikanischen und europäischen Ausläufern seit den 1980er Jahren als »Postmodernität« bezeichnet zu werden.⁴⁰

Anders gesagt, wenn heutzutage in der Wissenschaftsgeschichte vermehrt von Cyborgs und Experimentalsystemen gesprochen wird, ist darin auch eine ausdifferenzierte Antwort auf Norbert Wieners Forderung nach einer Wissenschaft zu sehen, die Menschen und Maschinen gleichermaßen gerecht zu werden beansprucht.⁴¹ Die Ironie besteht dabei darin, dass diese Antwort ausgerechnet auf einem Wissensfeld gegeben wird, das in Wieners Sicht keine herausgehobene Stellung hatte. Auf den großen Kybernetik-Konferenzen der 1940er und 1950er Jahre waren jedenfalls keine Historiker vertreten, und Wiener selbst scheint, trotz seines Interesses für das Problem des Gedächtnisses und der Speicherung, das Phänomen des *feedback* an keinem Punkt mit der Wechselwirkung von Geschichte und Gegenwart in Zusammenhang gebracht zu haben.

Das ist die eine Pointe von Pickerings Programmatik. Die andere besteht darin, dass Kybernetik, Spieltheorie und *operations research* im Gegenzug zu postmodernen Wissenschaften *avant la lettre* avancieren. In der Tat nimmt Pickering diesen Titel zumindest für einen Teil des kybernetischen Denkens und Handelns in Anspruch. Dabei hat er vor allem die Gruppe der britischen Kybernetiker im Auge – von Grey Walter und Ross Ashby über Stafford Beer und Gordon Pask bis hin zu Brian Eno. Deren Arbeiten unterscheiden sich ihm zufolge vor allem darin von den Unternehmungen Wieners, dass sie stärker auf Tätigkeiten konkreter *bricolage* abstellten, weniger universalistisch argumentierten und sich für Verbindungen zur Kunst durchaus offen zeigten.⁴²

Doch nicht nur das anti-familiäre Hantieren mit künstlichen Schildkröten (Walter) und das mykophile Züchten von künstlichen Neuronen (Beer & Pask) ist mit Pickering als Teil der postmodernen Moderne und

ihrer Geschichte zu verstehen, sondern ebenso die von ihm im Sinne der *mangle* untersuchte Entwicklung kleiner Blasenkammern durch den Physiker Donald Glaser oder etwa die kollektiven Interaktionen von Arbeitern und automatisierten Werkzeugmaschinen in den Fabriken von Caterpillar und der General Electric Company.⁴³

Nun hat Hacking hellsichtig bemerkt, dass sich diese Programmatik im Prinzip auf »alle Kopplungen von Mensch und Maschine« bezieht.⁴⁴ Die Protagonisten der Cyborg-Geschichte wären insofern nicht nur sehr viel naheliegender, greifbarer und zugleich weiter verbreitet als die Urheber des Begriffs, Manfred Clynes und Nathan Kline, es sich in den frühen 1960er Jahren vorgestellt hatten. Mit ihrem Kürzel für »Kybernetischer Organismus« war es Clynes und Kline bekanntlich darum gegangen, mit Blick auf die Zukunft der bemannten Raumfahrt das Problem der Anpassung des menschlichen Körpers an gänzlich ungewohnte Umwelten zu diskutieren.⁴⁵ Mittlerweile bevölkern die Cyborgs aber in der Tat unsere Kultur – man denke nur an die Träger von Herzschrittmachern. Zudem haben sie sich in der Zeit verbreitet. Die Geschichte des Cyborgs reicht, wie vor allem Kulturhistoriker verdeutlicht haben, nicht nur in die Prothesenkultur der Weimarer Republik zurück, sondern kann zumindest bis zu den Automaten und Steuerungstechnologien des Aufklärungszeitalters verfolgt werden. Andy Clark ist sogar soweit gegangen, den Menschen als *Natural Born Cyborg* zu bezeichnen – was allerdings die Historisierung der Figur, ähnlich wie bei Hoquet, nicht eben erleichtert: Sie verliert fast alle historische Spezifität und tendiert dazu, sich in Anthropologie aufzulösen.⁴⁶

Deswegen ist es interessant, dass Hacking mit noch einer anderen Akzentuierung aufwartet. Ihm zufolge ist die Cyborg-Geschichte auch deutlich alltäglicher und eigenwilliger, als es die von Pickering angeführten Beispiele aus Labor und Fabrik nahelegen. In einer fast schon als pataphysisch zu bezeichnenden Wendung erklärt Hacking, dass bereits das Fahren auf einem Fahrrad den Tatbestand der Cyborgisierung erfüllt.⁴⁷ Aus Perspektive der Wissenschaftsforschung möchte man einwenden, dass beim Fahrradfahren keinerlei Wissen produziert und/oder repräsentiert wird. Dem wäre entgegenzuhalten, dass das Radfahren durchaus als ein plausibles Modell für wissenschaftliches Erkennen gelten kann. Dieser Auffassung war jedenfalls Michael Polanyi, der dieses Modell wiederholt aufgerufen hat, um den Sachverhalt des »impliziten Wissens« zu veranschaulichen.⁴⁸

Schon der Hirnforscher Kurt Goldstein hat sich in vergleichbarem Sinn auf das Radfahr-Modell berufen. In den 1930er Jahren hat Goldstein versucht, mit diesem Modell die Spezifität biologischer Erkenntnis zu charakterisieren. In seiner bekannten Abhandlung über den *Aufbau des Organismus* bringt er das probierende und trainierende Erlernen dieser Leistung, »des Radfahrens«, als Analogie für den lebenswissenschaftlichen Erkenntnisprozess in Anschlag.

Das dabei erforderliche Probieren und Trainieren beschreibt Goldstein wie folgt: »Wir machen so lange unzweckmäßige Bewegungen unseres Körpers, d. h. solche, die durch Einzelheiten bestimmt werden, die nicht wesentlich für das Radfahren sind, bis wir plötzlich das Gleichgewicht zu erhalten imstande sind und uns in der richtigen Weise fortbewegen.« Mit Blick auf das Erkennen in der Biologie fügt er dann hinzu: »Praktisch gehen wir auch beim Erkenntnisprozess allerlei falsche Wege, bis wir ein ›passendes‹ Bild gewonnen haben.« Das erinnert an die gestaltpsychologischen Argumente späterer Wissenschaftshistoriker und -philosophen (Norwood Hanson, Thomas Kuhn), ist bei Goldstein aber stärker physiologisch, körperlich gefasst. Entscheidend in beiden Fällen, beim Fahren auf der Straße wie beim Hantieren im Labor, ist demzufolge das Eintreten einer »*Adäquatheit zwischen dem Vorgehen des Organismus und den Umweltbedingungen*«. ⁴⁹

Damit ist ein Punkt markiert, an dem das Konzept der Cyborg-Geschichte sich mit Canguilhems Epistemologie berührt, die zum Teil unter ausdrücklicher Bezugnahme auf Goldstein dargelegt wird, wie beispielsweise in *Die Erkenntnis des Lebens*. Dort wird die Frage nach dem Sinn und dem Wert wissenschaftlichen Wissens immer wieder auf die Auseinandersetzung des menschlichen Lebewesens mit seiner spezifischen Umwelt bezogen. In diesem Sinne weist Canguilhem unter anderem darauf hin, dass die experimentellen Unternehmungen von Lebenswissenschaftlern in der Regel »auf Probleme der Haltung und Fortbewegung« zurückgeführt werden können, welche einem tierischen Organismus »in seiner gewohnten oder gestörten Umgebung von seinem alltäglichen Leben gestellt werden, mag dieses nun friedlich oder gefährlich, bedroht oder vertraut sein«. ⁵⁰ Der Beziehung von Maschine und Organismus kommt dabei besondere Bedeutung zu. Denn zum einen sind es durchaus Analogien aus der Sphäre der Technik, die das Darstellen und Erschließen von organischen Funktionen erleichtern. Die plötzliche Bewegung eines Katapults stellt eine erste Annäherung an die überraschende Auslösung einer Reflexbewegung dar. Zum anderen aber ist

es erst die Überschreitung solcher Analogien, die zu dem im eigentlichen Sinne biologischen Wissen führen. Die Technik ist eine Art produktives Durchgangsstadium von Wissenschaft.

Aus dieser Perspektive lässt sich die Geschichte lebenswissenschaftlichen Wissens als eine Geschichte rekonstruieren, in der dem Probieren und Trainieren mit Werkzeugen und Instrumenten innerhalb spezifischer Umwelten ein wesentlicher Anteil zukommt. Die Cyborgs, die dabei in Rede stehen, sind allerdings bemerkenswert verschachtelt. Sie stellen nicht nur Verkopplungen des Wissenschaftlers mit seinem Instrument dar, sondern beziehen auch den Tierorganismus oder zumindest Teile von diesem in ihr prekäres Funktionieren ein.

Als klassisches Beispiel für einen solchen Labor-Cyborg ist der Versuchsaufbau zu betrachten, den Hermann von Helmholtz in den frühen 1850er Jahren in Königsberg realisierte, um die Fortpflanzungsfähigkeit von Reizungen im Froschnerv zu messen. In dieser Anordnung diente Elektrizität dazu, einen isolierten Froschmuskel über seinen freigelegten Nerv zum Kontrahieren zu bringen, während mechanische Schalter, Hebel und Rahmen die Kontraktionszeit in einen Stromimpuls umwandeln, dessen Stärke am Elektrometer durch den Versuchsleiter mit Hilfe eines Fernrohrs abgelesen werden kann – eine ebenso ingeniose wie fragile Forschungsmaschine.⁵¹

Ein anderer, einfacherer Labor-Cyborg wäre die Experimentalanordnung, mit der die französischen Physiologen Félix Jolyet und Paul Regnard um 1880 die quantitative Untersuchung der Respirationsfunktion im Tierversuch in Angriff nahmen. In diesem Fall wurde ein auf den Rücken geschallter Hund mit einer Atemmaske versehen und an ein weit verzweigtes System von Schläuchen, Hebeln und Wasserbehältern angeschlossen, das dann seinerseits durch die beiden Physiologen und ihre Assistenten beobachtet, aufgezeichnet und abgelesen wurde (Abb. 1).

Aber nicht nur die Laboratorien der modernen Lebenswissenschaftler waren von solchen Cyborgs bevölkert. Wie wir im zweiten Teil dieses Beitrags sehen werden, fanden in Hörsälen und anderen öffentlichen Räumen ebenfalls Verkopplungen mit überaus komplexen Gefügen aus Maschinenkomponenten und Organismusbestandteilen statt. Auch auf diese Dimension der Wissenschaftspraxis verweist die Cyborg-Geschichte. Neben den materiellen und semiotischen Aspekten der Zusammenfügung der heterogenen Komponenten von Forschungsmaschinen interessiert sie sich für die unterschiedlichen Orte, die *sites*, in

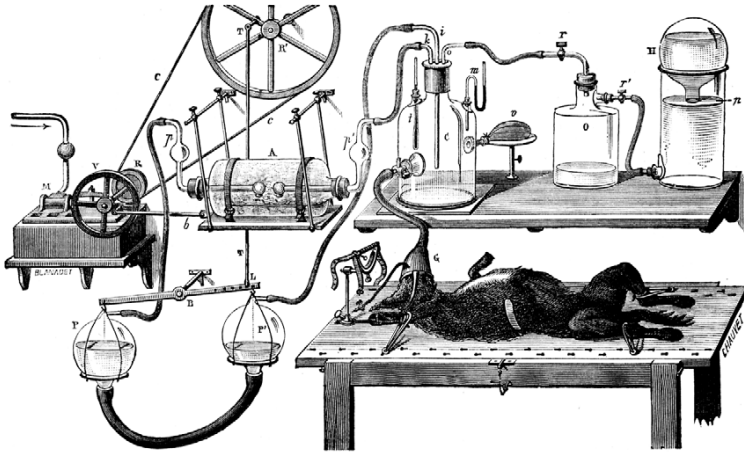


Fig. 61

Abb. 1: Diagramm einer Versuchsanordnung von Félix Jolyet und Paul Regnard zur quantitativen Untersuchung des respiratorischen Gaswechsels (1879).

denen die Arbeit an und mit diesen Gefügen vonstatten ging. Pickering betont, dass es die Besonderheit der Cyborg History sei, »uns fortwährend zu den historischen Einzelheiten zurückzuführen«. ⁵² Haraway spricht konkret von der »Verortung und Verkörperung« wissenschaftlichen Wissens. ⁵³ Dem wenden wir uns jetzt zu.

DAS BLOSSGELEGTE HERZ

Johann Nepomuk Czermak war zufrieden, wahrscheinlich sogar stolz: »Um eine Idee von der Schaubarkeit dieser überraschenden Demonstration zu geben, erwähne ich nur, dass der Längsdurchmesser des an der Wand erscheinenden Schattenrisses des schlagenden Herzens an 2 Meter betrug.« ⁵⁴ Am 24. Dezember 1872 weihte der Physiologe sein Privat-Laboratorium an der Universität Leipzig mit einer feierlichen Demonstrationsvorlesung ein. Der visuelle Höhepunkt der Zeremonie war die stark vergrößerte Projektion eines isolierten, noch zuckenden Froschherzens im verdunkelten Hörsaal (Abb. 2). Wie Czermak in seinem Inauguralvortrag unterstreicht, wurden durch diese »überraschende Demonstration« mehr als 400 Zuhörer in die Lage versetzt, die kleinsten Einzel-

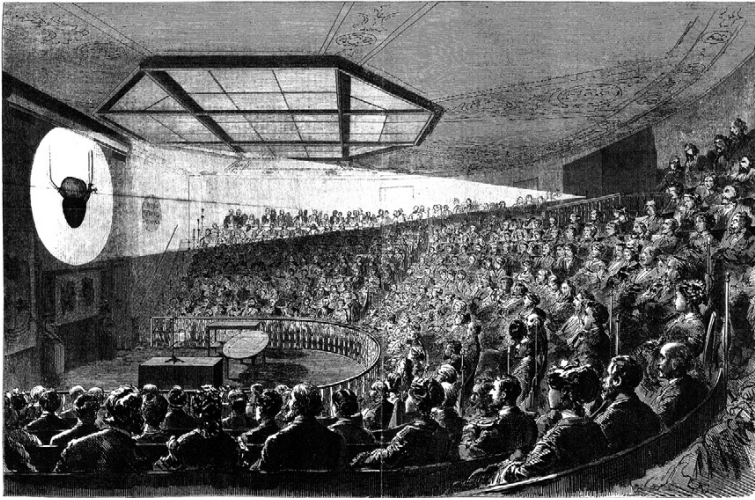


Abb. 2: Projektion des Schattenrisses eines zuckenden Froschherzens im privaten physiologischen Laboratorium von Johann Nepomuk Czermak in Leipzig (1872).

heiten des kontrahierenden Froschherzens zu beobachten, die sonst dem »unbewaffneten Blicke entgehen oder kaum sichtbar werden«.⁵⁵

Die »Schaubarkeit«, auf die Czermak sich dabei bezieht, war Teil eines umfassenden Konzepts des physiologischen Anschauungsunterrichts. Am Anfang seiner Rede hatte Czermak die entscheidende Rolle der »unmittelbaren Anschauung« im Unterricht der experimentellen Physiologie hervorgehoben.⁵⁶ Seit dem späten 18. Jahrhundert spielte das Problem der »Anschauung« bekanntlich eine bedeutsame Rolle in der idealistischen Philosophie und der romantischen Biologie. In den Schriften von Immanuel Kant, Johann Wolfgang von Goethe und Alexander von Humboldt oszillierte die Bedeutung dieses Ausdrucks zwischen »oberflächlicher Wahrnehmung« und »tief reichendem Verständnis«. So war Humboldt bestrebt, eine umfassende *Ansicht* der Natur zu erlangen und zu vermitteln, die sich in konkreten Archetypen, d. h. wahrnehmbaren Ganzheiten verkörperte. Diese Archetypen sollten nicht nur empirische Wissensbestände darstellen, sondern waren auch dazu bestimmt, die weitere Forschung anzuregen.⁵⁷ Sobald sich aber die experimentelle Physiologie im letzten Drittel des 19. Jahrhunderts als neue Leitwissenschaft etabliert hatte, wurde dieses romantisch-idealistische Verständnis von Anschauung durch Labor- und Medientechnologien in nachhaltiger Weise verändert.

Tatsächlich verwandelten führende Physiologen seit den 1870er Jahren ihre neuen Institute in Stätten ausgeklügelter Sinnesreizung. Ihre Auditorien wurden zu *Spektatorien*. Im Rückgriff auf komplexe Verkopplungen von Maschinen und Organismen, die spezifischen Demonstrations- oder Projektionszwecken dienen sollten, schufen Physiologen wie Czermak in Leipzig, Emil du Bois-Reymond in Berlin und Étienne-Jules Marey in Paris ein neues, dynamisches Bild des Lebens. Durch die Akzentuierung von Dynamik gegenüber Statik sollte dieses Bild das Funktionieren von ganzen Organismen oder einzelnen Organen in vivo veranschaulichen. Ihr Publikum konfrontierten die neuen Physiologen daher mit »Bewegungs-Bildern« des lebenden Körpers und seiner Teile.⁵⁸

Sorgfältig orchestriert durch die Rede des vortragenden Physiologen und so weit wie möglich mit ihr synchronisiert, trugen diese dynamischen und immersiven Bilder auf entscheidende Weise zur Definition dessen bei, was zu dieser Zeit biologische Objektivität heißen sollte. Besonders bedeutsam war in diesem Zusammenhang ein fragmentarischer »kinematographischer Apparat«, der aus Projektor, Leinwand und Sitzreihen bestand, während Zellen, Gewebe und Organe die Rolle der Aufzeichnungen auf Celluloid übernahmen. Mit Hilfe dieses ebenso komplexen wie prekären Gefüges wurde eine *Kinematographie ohne Film* praktiziert, die bis zur Jahrhundertwende und noch darüber hinaus das wissenschaftliche Bild des Lebens bestimmte.⁵⁹

Czermak war die führende Figur auf diesem Gebiet. Bereits 1872 erklärte er, dass die entscheidende Herausforderung für den unterrichtenden Physiologen darin bestehe, »die Hilfsmittel der physiologischen Demonstration in einer bisher noch nicht erreichten Vollkommenheit und Ausdehnung auszubilden und herbeizuschaffen, um – wenn dies gelungen wäre – den *Versuch* zu ermöglichen, die Physiologie zum ersten Mal in wirklich allgemein-fasslicher, auf unmittelbare Anschauung basierter Darstellung zu behandeln.«⁶⁰ Im Anschluss daran zählte Czermak die besonderen Merkmale des Laborgebäudes auf, das er aus eigenen Mitteln in Leipzig hatte errichten lassen. Dabei ging er besonders auf die architektonische Gestaltung und die technische Ausstattung des Hörsaals ein.

Mit dem Begriff »Spektatorium« unterstrich Czermak den Sachverhalt, dass sein Vortragssaal kein bloßer Hörsaal, sondern eigentlich ein »Sehsaal« war: Die Sitzreihen waren in Hufeisenform um den Vortragenden so angeordnet, dass der Abstand zwischen der »Arena für den Experimentator« und dem Publikum auf ein Mindestmaß reduziert

war.⁶¹ Weil die aufsteigenden Sitzreihen nach streng geometrischen Prinzipien ausgerichtet worden waren, konnten die Zuschauer ihren Blick auf diese Arena fokussieren, ohne sich dabei gegenseitig zu stören.

Im »optischen Zimmerchen«,⁶² das sich hinter der letzten, obersten Sitzreihe befand, waren zwei Kalklichtbrenner installiert, die als Projektionslampen dienten. Mit ihrer Hilfe konnte auf eine kreisförmige Leinwand, die oberhalb des Vortragenden an der Kopfseite des Saales angebracht war, unterschiedlichste Bilder projiziert werden: die kolorierte Photographie eines Hundeknies oder eines Durchschnitts der menschlichen Haut, Photographien von Embryos, aber auch dünn geschliffene Knochendurchschnitte. Auf einem Stativ vor den Projektor platziert, konnten zudem physiologisch relevante Objekte im Schattenriss abgebildet werden – wie das noch zuckende Herz eines Frosches, das an ein künstliches Kreislaufsystem aus Gummi- und Glasröhren angeschlossen worden war, um so den bereits zitierten Höhepunkt der Einweihungsfeier zu bilden.

Dreißig Jahre später waren weiter entwickelte Projektionstechnologien in Gebrauch, um ähnliche Bewegungs-Bilder des Froschherzens zur Darbietung zu bringen. Im Unterschied zu Czermaks Vorführung des Schattenrisses des kontrahierenden Herzens waren diese neuen Technologien darauf ausgelegt, farbige Bilder von Demonstrationsexperimenten an freigelegten Froschherzen, die mit dem Rest des Körpers noch in Verbindung standen, von hinten auf eine Leinwand zu projizieren. Das Aufkommen dieser Projektionstechnologie beruhte vor allem auf der Verfügbarkeit verbesserter Lichtquellen. Um 1900 machte die Verbreitung von Kohlebogen-Lampen Projektionen möglich, bei denen der Lichtstrahl nicht, wie sonst üblich, *durch* ein Objekt geschickt wurde (diaskopische Projektion), sondern sich mit großer Intensität direkt *auf* ein opakes Objekt richtete, sodass die Reflektionen mit Hilfe von Linsen gebündelt und auf einer Leinwand gezeigt werden konnten (episkopische Projektion).

In der Physiologie, der experimentellen Pathologie und der seit 1900 aufstrebenden Disziplin der Pharmakologie wurden episkopische Projektionen verwendet, um so direkt wie möglich einfache Experimente an Fröschen und anderen Modellorganismen einer wachsenden Anzahl von Studenten zu zeigen. Tatsächlich boten um die Jahrhundertwende Hersteller von optischen Instrumenten in Europa und den Vereinigten Staaten in zunehmendem Maße Gerätschaften und Zubehör für solche Projektionen an (Abb. 3). In den meisten Fällen konnten die ent-

The Epidiascope

CARL ZEISS

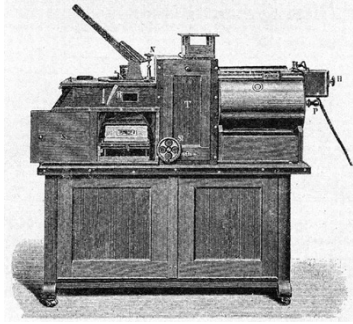


Abb. 3: Anzeige für das Epidiaskop von Zeiss (1906).

sprechenden Vorrichtungen sowohl für die Diaskopie wie auch für die Episkopie verwendet werden. Damit schienen sie nahezu universal einsetzbar, was sich oft in den Namen niederschlug, die ihnen gegeben wurden: Universal-Projektionsapparat (Leitz), Epidiaskop (Zeiss) oder Universal-Projektoskop (Stoelting).⁶³

Der Einsatz dieser Geräte im biologischen Unterricht stellte besondere Anforderungen an ihre Benutzer. So wurde in vielen Fällen die beträchtliche Hitze des von den Kohlebogen-Lampen ausgehenden Lichtstrahls zu einer Bedrohung für Struktur und Funktion der gezeigten Organe und Organismen. In der Regel wurde dieser Schwierigkeit dadurch begegnet, dass zwischen der Lichtquelle und dem projizierten Objekt eine mit Wasser gefüllte Kühlkammer angebracht wurde. Ein anderes Problem war die Koordinierung von Vortrag und Demonstration. Um 1900 war das Ideal des Unterrichts in den Lebenswissenschaften nicht nur die Veranschaulichung, sondern die möglichst weitgehende Synchronisierung von Diskurs und Projektion, von Wort und Bild. Durch »gleichzeitiges Zusammenwirken beider Sinneseindrücke des Hörens und des Sehens« sollten im Bewusstsein der Zuhörer (und Zuschauer) Vorstellungen und Erinnerungen entstehen, die an »Klarheit und Schärfe« nicht zu überbieten waren, wie Carl Jacoby erklärte.⁶⁴

Die besonderen Möglichkeiten und Schwierigkeiten des Einsatzes von episkopischen Projektionen im lebenswissenschaftlichen Anschauungsunterricht lassen sich durch das Beispiel des Tübinger Physiologen

und Pharmakologen gut veranschaulichen. Als Jacobj 1908 zum Direktor des neuen pharmakologischen Instituts in Tübingen berufen wurde, widmete er der Gestaltung und der medientechnischen Ausstattung des dortigen Hörsaals besondere Aufmerksamkeit. Vor allem war er bestrebt, eine »Vorlesungsprojektionseinrichtung« zu installieren, die auf die besonderen Erfordernisse des pharmakologischen Unterrichts abgestimmt war.⁶⁵ Die Architektur und Technik dieser Einrichtung sollte einen Anschauungsunterricht erlauben, der nicht länger durch statische Illustrationen, zum Beispiel das Zeigen von Wandbildern oder Dias, unterbrochen wurde. Ziel war vielmehr die nahtlose Einbeziehung dynamischer Projektionen, beispielsweise des lebenden Froschherzens. Diskurs und Projektion sollten möglichst vollständig miteinander verschmelzen.

Instrumentell gesehene basierte Jacobjs Vorlesungsprojektionseinrichtung auf einem so genannten »Kaiserling Universal-Projektionsapparat« von Leitz. Wenn dieser Apparat für den Zweck der Projektion von einfachen Tierversuchen verwendet wurde, verwandelte er sich in ein komplexes Gefüge aus organischen und maschinellen Teilen, elektrischem Strom und Lichtstrahlen, optischen Linsen und Spiegeln, Fröschchen, Holzbrettern und Wasserbehältern. In seinen Schriften benutzte Jacobj oft den Ausdruck »Anordnung«, um die Vielschichtigkeit des von ihm verwendeten Geräts zu beschreiben. Andere Lebenswissenschaftler, die ähnliche Projektionsverfahren verwendeten, sprachen in Bezug auf ihre Projektoren sogar von »komplexen Organismen«.⁶⁶

Zusammengehalten durch einen Eisenrahmen, erreichten die kombinierten Elemente dieser bildgebenden Cyborgs ihre maximale Wirkung innerhalb von architektonischen Bedingungen, die eine Projektion von hinter der Leinwand erlaubten – ein Verfahren, das in *Laterna Magica* Vorführungen, insbesondere den *phantasmagorias* des 18. und 19. Jahrhunderts, und dem frühen Kino oft verwendet worden war. Jacobj war fest davon überzeugt, dass nur diese Art der Projektionspraxis jene Gleichzeitigkeit von Wort und Bild, Konzept und Objekt sicherstellte, die für ihn das entscheidende Kriterium jedes effizienten Anschauungsunterrichts darstellte.

Ähnlich wie beim Universal-Projektionsapparat von Leitz bestand die Lichtquelle bei Jacobjs Projektionseinrichtung aus rechtwinklig zueinander angeordneten Kohlestäben. Diese Lichtquelle konnte auf einer optischen Achse im Inneren des Geräterahmens bewegt werden und erlaubte es so, den Lichtstrahl auf annähernd jedes passende Objekt zu

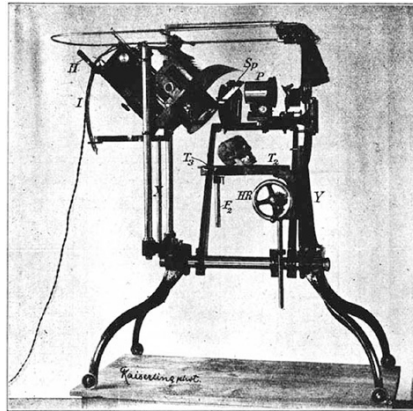


Abb. 4: Universal-Projektionsapparat nach Kaiserling von Zeiss (ca. 1910). In der Mitte des Metallrahmens ist ein Schädel platziert, der episkopisch projiziert werden soll. Auf der linken Seite befindet sich die justierbare Kohlebogen-Lampe, rechts die verstellbaren Linsen für die Projektion.

richten, ohne die Ausrichtung der Achse in irgendeiner Weise zu verändern. Auf dieselbe Achse konnten zusätzliche Komponenten wie Mikroskope, Diawechslers oder einfache Stellflächen für Wasserkammern, Museumsgläser und andere Objekte montiert werden. Dies ermöglichte eine ganze Palette unterschiedlicher Projektionen: bei direktem Licht die Projektion von kleinen Dias, Spektren und mikroskopischen Objekten, bei reflektiertem Licht die Projektion von großen Photographien, Buchseiten und anderen opaken Objekten (Abb. 4). Darüber hinaus war der gesamte Projektionsapparat auf Schienen montiert, so dass seine Entfernung zur Rückseite der Leinwand und damit die Größe des projizierten Bildes einfach verändert werden konnte.

PHYSIOLOGISCHE HINTERBÜHNEN UND PATHOLOGISCHE EPISKOPIEN

Wie Jacobj erklärte, war eine vergleichbare Vorlesungseinrichtung »wohl zum ersten Male« am Straßburger Institut für Pharmakologie eingerichtet worden.⁶⁷ Dieses Institut, das in den Jahren zwischen 1883 und 1887 nach Plänen des Architekten Otto Warth erbaut worden war, hatte direkt hinter der Kopfseite des Auditoriums einen Vorbereitungsraum, der über ein Fenster und eine Leinwand mit dem Hörsaal in Verbindung stand. Wie einer zeitgenössischen Laborbeschreibung zu ent-

nehmen ist, wurden in diesem Vorbereitungszimmer auch »die zur Demonstration bestimmten Tiere« untergebracht, solange sie für die Vorlesung benötigt wurden. Zugleich wurde der Raum verwendet, um »alle übrigen Demonstrationsobjekte« aufzubewahren – »Drogen, Chemikalien, Arzneipräparate, Abbildungen und dergl.«⁶⁸ Über einen Zeitraum von zehn Jahren war Jacobj als Vorlesungsassistent des Institutsleiters Oswald Schmiedeberg tätig gewesen, und es war die dabei buchstäblich ›hinter den Kulissen‹ gewonnene Erfahrung, die in die Gestaltung der Tübinger Vorlesungseinrichtung und ihrer Gerätschaften auf prägende Weise einging.

Allerdings erwähnt Jacobj in seinen Schriften nicht, dass andere Lehr- und Forschungseinrichtungen schon früher ähnliche Raumstrukturen wie das Straßburger Institut für Pharmakologie aufwiesen. Insbesondere war dies bei einer Reihe von Instituten für Physiologie der Fall. Die Entstehung dieser Bauten war in ehrgeizige Projekte des physiologischen Anschauungsunterrichts eingebettet. Exemplarisch zeigt dies das Institut in Budapest. Das Gebäude für diese Einrichtung war durch den führenden Physiologen Andreas Eugen Jendrassik in enger Zusammenarbeit mit dem Architekten Antal Skalnitzky geplant und in den Jahren 1873 bis 1876 errichtet worden, d. h. einige Jahre vor dem pharmakologischen Institut in Straßburg. Wie andere Physiologen vor ihm war auch Jendrassik bestrebt, in seinem Unterricht eine »unmittelbare Auffassung des Gegenstandes« physiologischer Wissenschaft und eine »vollständige Einsicht in das Detail« entsprechender Versuchsanordnungen zu bieten. Implizit auf Czermak anspielend, sprach er in diesem Zusammenhang auch von der Notwendigkeit, ein »Spektatorium« einzurichten, das es erlauben würden, den mündlichen Vortrag durch begleitende Demonstrationen zu »versinnlichen«.⁶⁹

Technisch und architektonisch entsprach dem im Budapester Institut die Einrichtung eines hinter dem Rednerpult befindlichen Vorbereitungszimmers, das durch Schiebetüren vom Hörsaal abgetrennt, über ein fest verlegtes Schienensystem aber mit diesem verbunden war (Abb. 5). Auf rollenden Tischen konnten über diese Schienen einfache Versuchsaufbauten den Zuhörern im Wortsinne näher gebracht werden. Auch Projektoren konnten auf den Gleisen befestigt werden, und da die Schiebetüren zwischen Vorbereitungszimmer und zum Hörsaal aus Milchglas bestanden, konnten damit ebenfalls Projektionen von hinten bewerkstelligt werden. Ähnliche Einrichtungen für Rückprojektionen fanden sich

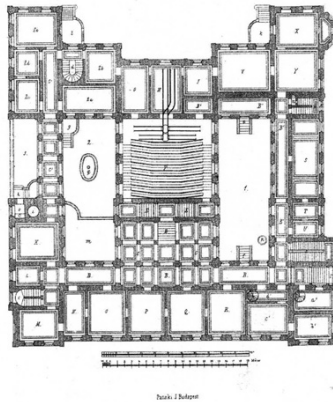


Abb. 5: Grundriss des physiologischen Instituts in Budapest (1877). Zentral gelagert ist das Spektatorium. Hinter dem Rednerpult befindet sich das Vorbereitungszimmer, aus dem rollende Tische auf Schienen in den Hörsaal geschoben werden konnten.

um 1890 in den physiologischen Instituten in Würzburg, Leipzig, Turin und anderen europäischen Städten.⁷⁰

Die Projektionen, die an diesen Lehrstätten für Physiologie realisiert wurden, sind hauptsächlich *diaskopische* gewesen. *Episkopische* Projektionen hatten ihren Platz dagegen zunächst an Instituten für Pathologie. Allerdings existierte in diesen Einrichtungen oftmals keine architektonische Gliederung in Hörsaal (Vorderbühne) und Vorbereitungsraum (Hinterbühne). Stattdessen wurden alle Geräte und Materialien, die für die episkopischen Projektionen erforderlich waren, im Vortragssaal selbst untergebracht.

Der Pionier dieses Verfahrens war Salomon Stricker (1834-1898), ein Schüler von Ernst Brücke, der 1868 zum Leiter des Instituts für Allgemeine und Experimentelle Pathologie an der Universität Wien ernannt worden war. Strickers Ausgangspunkt war die Projektion von mikroskopischen Präparaten gewesen, die er seit den frühen 1880er Jahren mit Hilfe einer Duboscq-Laterne und einem horizontal gestellten, seitlich angebrachten Mikroskop bewerkstelligt hatte. Mit einem verbesserten »Projectionsmikroskop«, das nach seinen Angaben durch die optische Werkstätte von Simon Plössl in Wien hergestellt worden war, zeigte Stricker in den 1880er und 1890er Jahren Projektionen von mikroskopischen Präparaten auf einer Reihe von wissenschaftlichen Versammlun-

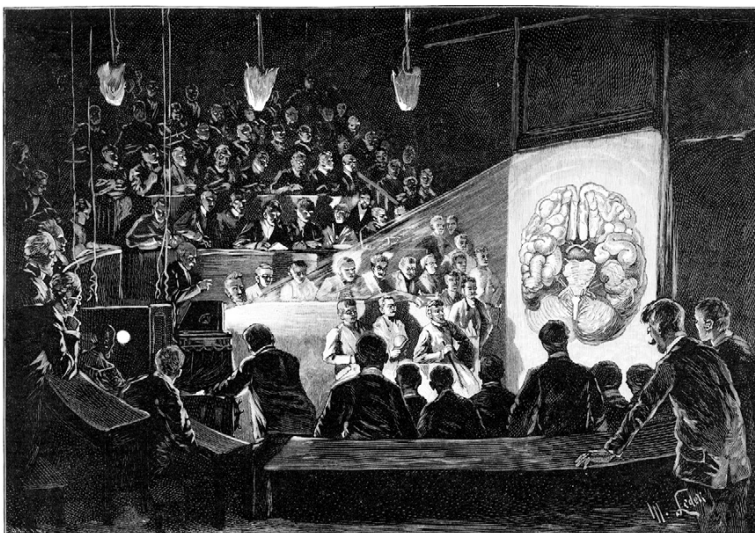


Abb. 6: Episcopische Projektion eines Hirnpräparats durch Salomon Stricker in dem von ihm geleiteten Institut für Pathologie in Wien (1890).

gen und Tagungen (Abb. 6) – unter anderem auf dem Jahrestreffen der Deutschen Naturforscher und Ärzte 1886 in Berlin.⁷¹

Im selben Zeitraum begann Stricker spezielle Projektionstechniken zu benutzen, um in seinen Vorlesungen Tierversuche zu zeigen. In Experimenten zur Atmung arbeitete er mit vergrößerten Schatten von Fähnchen, die er beispielsweise an der Brustwand eines Versuchstiers anbrachte, während die kymographische Aufzeichnung des Blutkreislaufs auf einer Glasplatte stattfand, die vertikal vor einer Duboscq-Laterne bewegt und auf diese Weise ebenfalls projiziert wurde. Auf diese Art konnte selbst »der am entferntesten sitzende Student [...] alle Details der Pulscurve mit grösster Genauigkeit wahrnehmen«.⁷²

Schließlich setzte Stricker auch episcopische Projektionen ein, um einfache Tierexperimente im Vorlesungssaal weithin sichtbar zu machen. Zusammen mit seinem Assistenten Max Reiner verbesserte er zu diesem Zweck kontinuierlich die episcopische Projektionsvorrichtung, die er schon länger für die Projektion von pathologischen Präparaten benutzt hatte. Ähnlich wie Jacoby auf dem Feld der Pharmakologie, verwendete Stricker diese verbesserte Vorrichtung vor allem, um Herzbewegungen zu projizieren.

In einem Rückblick auf die Geschichte der Physiologie seit Harvey hebt Stricker die zentrale Bedeutung einer direkten »Beobachtung des blossgelegten Herzens« hervor: »Diese Form der Beobachtung ist zwar die einfachste, dennoch aber verdanken wir ihr die grössten Errungenschaften.« Tatsächlich sei es in der medizinischen Ausbildung von grösster Wichtigkeit, »dem angehenden Arzte das pulsirende Herz zu zeigen«.⁷³

Mit Hilfe von episkopischen Projektionen verdeutlichte Stricker in seinen Vorlesungen beispielsweise den Einfluss des Vagusnervs auf die Herzfunktion und das Verhalten des Herzens beim Ersticken. Wie sein Assistent Gärtner anmerkt, wurden diese Versuche am Herzen »in der anschaulichsten Weise« vorgeführt.⁷⁴

Stricker selbst wählte ein etwas anderes Register, um die visuellen Effekte seiner Herzprojektionen zu beschreiben: »Das pulsirende Herz erscheint an einer weissen Wand als vergrössertes, plastisches, und ich darf wohl sagen, lebendiges Bild für Hunderte von Zuhörern in allen Details gleich gut sichtbar.«⁷⁵ Damit spielt er auf die Gattung der *Tableaux vivants* an, die im 19. Jahrhundert überaus populär gewesen sind. Zugleich bezieht Stricker sich auf die suggestive, lebendige Macht des neuen Bewegungs-Bildes physiologischer Prozesse und Phänomene, das durch die Episkopie möglich geworden war.⁷⁶

Vor diesem gleichermaßen technischen wie architektonischen Hintergrund produzierte Jacoby im Spektatorium seines Tübinger Instituts überaus suggestive Bilder. Um die Bewegungen des lebenden Froschherzens zu zeigen, verwendete er eine Anordnung, die eine Vielzahl maschineller und organischer Bestandteile zusammenführte (Abb. 7). Innerhalb des Metallrahmens seines Universal-Projektionsapparats platzierte er hinter der dritten und vierten Linse eine gläserne Wasserkammer, die auf einer horizontal angebrachten Stellfläche stand:

In diese [Kammer] wird der auf einem Brettchen aufgespannte Frosch nach Öffnen seiner Brustwand und Freilegen seines Herzens über Kopf so eingetaucht und das Brettchen durch zwei an den Seitenwänden des Kastens anschraubbare federnde Halter so befestigt, dass das Herz sich gerade über der Öffnung eines schräg von unten nach oben verlaufenden und etwas unter der Mitte des Kastens, nahe der vorderen Scheibe mündenden Rohres befindet. Aus diesem Rohr wird von einem über dem Kasten angebrachten Behälter ein Strom indifferenten Salzlösung dem Herzen zugeführt, um es vor der Einwirkung der durch die starke Beleuchtung erzeugten Wärme zu schützen.⁷⁷

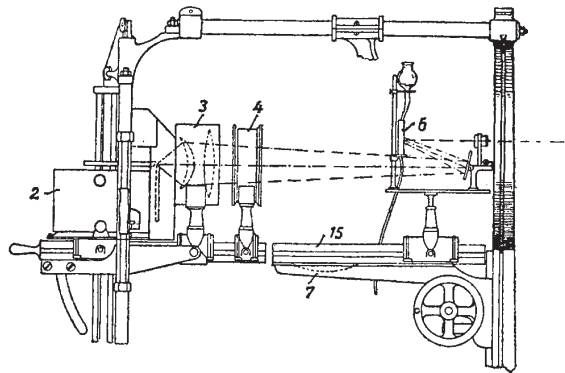


Abb. 7: Schematische Darstellung der Einrichtung des Universal-Projektionsapparats durch Carl Jacoby zum Zweck der Projektion von Froschherzfunktionen. Der Wasserbehälter mit dem aufgespannten Frosch ist allerdings nicht abgebildet.

In den ohnehin schon komplizierten Projektionsapparat wurde also ein Organismus eingespannt, um sein Bild aus einem Wassertank heraus und durch mehrere Linsen hindurch von hinten auf eine Leinwand zu werfen. Über diese halb durchsichtige, halb undurchsichtige Schnittstelle verknüpfte sich das hinter der Leinwand stehende Gefüge aus Maschine und Organismus mit der Architektur eines Hörsaals, der seinerseits von Organismen – dem Vortragenden und seinen Zuhörern – bevölkert war. Zusammengehalten wurde dieses bemerkenswerte Cyborg-Gefüge durch nichts anderes als einen Lichtstrahl und die Notwendigkeit, eine bestimmte Vision wissenschaftlichen Wissens hervorzubringen und zu verbreiten.

Für Jacoby war das Ergebnis der Anstrengung überaus bemerkenswert. So klingt es wie eine Reminiszenz an Czermak, wenn er abschließend erklärt, dass seine Projektionsvorrichtung es möglich mache, »das kleine kaum 1cm² in der Fläche darstellende Froschherz in noch so lichtstarkem Bilde, bei einer 400fachen Flächenvergrößerung vorzuführen, dass die an ihm ablaufenden Lebenserscheinungen von 60 bis 80 Zuhörern unmittelbar mit bloßem Auge gleichzeitig beobachtet werden können«. ⁷⁸

An diesem Punkt hatte allerdings ein rationalisiertes Unterrichtskonzept die Idee der Anschauung ersetzt, die für viele der Physiologen des 19. Jahrhunderts noch romantische Obertöne hatte. In Czermaks visueller Praxis bestand die entscheidende Schwierigkeit im konkreten

Nachweis, dass die »Hilfsmittel« der experimentellen Physiologie in der Lage und dazu geeignet waren, ein Bild des Lebens zu schaffen, das in visueller Hinsicht ähnlich plausibel war wie die Lebensbilder, die die Naturgeschichte oder die traditionelle Entwicklungsbiologie geliefert hatten. In Jacobs Praxis war das zentrale Problem, eine wachsende Anzahl von Studenten in die Lage zu versetzen, in einer immer stärker begrenzten Zeit die schnell zunehmenden Wissensbestände der experimentellen Lebenswissenschaften aufzunehmen.

Die Vorführungen von Bewegungs-Bildern des Lebenden waren also kein Selbstzweck. Vielmehr dienten sie einer spezifisch modernen Ökonomie der Zeit und Aufmerksamkeit. Nach Jacoby war das Grundprinzip dieser Ökonomie das folgende: Bei gut synchronisierter Darbietung von vorgetragener Rede und projiziertem Bild

lassen sich die symbolisch beschreibenden begrifflichen Wortbilder durch das gleichzeitig erzeugte, das tatsächliche Betrachtungsobjekt unmittelbar in allen Einzelheiten wiedergebende optische Anschauungsbild ersetzen, welches sich schneller, stärker und nachhaltiger dem Bewusstsein und damit der Erinnerung einprägt. Es wird also durch die gebotene unmittelbare Anschauung des Gegenstandes der Besprechung nicht nur die dauernde Erfassung des im Vortrag mit dem Wort Dargebotenen erleichtert, sondern auch Zeit erspart [...].⁷⁹

SCHLUSS

Die medienwissenschaftlich orientierte Auseinandersetzung mit Canguilhem und Haraway zeigt auf exemplarische Weise das konstruktive Potential einer Verbindung zwischen der Tradition der Historischen Epistemologie und der aktuellen Wissenschafts- und Technikforschung. Haraway ist zwar keine »Schülerin« von Canguilhem gewesen, und dieser hat in seinen Beiträgen zur Historischen Epistemologie nie auf die Arbeiten der avantgardistischen Wissenschaftsforscherin verwiesen. Dennoch ist die Begegnung des »Manifests für Cyborgs« und des »Maschine und Organismus«-Aufsatzes geeignet, uns auf historische Konstellationen zurückzuführen, die für die Praxis der Lebenswissenschaften prägend gewesen sind.

So erlaubt es die Fokussierung auf konkrete Verkopplungen von maschinellen und organischen Komponenten in der Forschungspraxis nicht nur, die geschichtliche Wirklichkeit biologischer Laboratorien

genauer zu erfassen. Sie zeigt nicht bloß Experimentalsysteme, die neue Spuren und Schriften von sich geben, sondern lenkt unser Interesse auch auf Hörsäle und vergleichbare Räume, in denen mit Hilfe von Medientechniken bestimmte Bilder des Lebens hervorgebracht und verbreitet wurden.

Dies wurde hier unter Bezugnahme auf episkopische Projektionsrichtungen verdeutlicht, wie sie in den physiologischen Auditorien des späten 19. und frühen 20. Jahrhunderts verwendet wurden, um eine bestimmte »Vision« des Lebens hervorzubringen. Dieses in eigens konstruierten *Spektatorien* erzeugte »sitierte« Wissen trug auf handgreifliche Weise dazu bei, biologische Objektivität um 1900 zu definieren.

Mit Canguilhem läßt sich darauf insistieren, dass dieses Sehen des Lebens auf einer »vorausgehenden Gewalt« beruhte. Wiederholt hat Canguilhem betont, dass Wissenschaft ein buchstäblich polemisches Unterfangen ist. An das Daseiende und Gegebene stellt das wissenschaftliche Handeln Forderungen, »von der aus sich Vielfalt und Disparität dieses Gegebenen als ein nicht bloß fremdes, sondern feindliches Unternehmen darstellen.«⁸⁰ Im Labor des Lebenswissenschaftlers führt dies beispielsweise dazu, Organismen in einer für sie radikal unvertrauten Umgebung zu erforschen: »Dieser experimentell und objektiv hergestellte Bezug zwischen dem Lebendigen und dem Milieu ist von allen möglichen Beziehungen diejenige mit dem geringsten biologischen Sinn, es ist ein pathologischer Bezug.«⁸¹

Dementsprechend ist die »Situiertheit« des lebenswissenschaftlichen Wissens nicht im Sinne einer bloßen Kontextualisierung zu verstehen. Vielmehr tritt uns in dieser Perspektive der Wissenschaftler selbst als ein Lebewesen entgegen, das sich wie andere Lebewesen normativ zu seiner Umwelt verhält. Es bewohnt seine Laborumwelt nicht nur, sondern gestaltet sie aktiv – auch und vielleicht vor allem mit Hilfe von Medientechniken.

Der Abdruck dieser Art von Normativität läßt sich am bloßgelegten Froschherz als dem wiederkehrenden Motiv der episkopischen Projektionen erkennen. Wie einer der historischen Akteure einräumt, handelt es sich um eine »einfache« Demonstration, aber dennoch um eine, die als entscheidend in der Ausbildung angehender Lebenswissenschaftler und Ärzte angesehen wurde.

Das Insistieren dieses Motivs über einen Zeitraum von mehr als 60 Jahren unterstreicht die zentrale Bedeutung von Herz, Blutkreislauf und Atmung in zahlreichen Formen des tierischen und menschlichen Lebens.

Das bloßgelegte Herz hatte aber auch deswegen Bestand, weil an ihm mit vergleichsweise geringem Aufwand die Effekte von physiologischen und pharmakologischen Interventionen demonstriert werden konnten. Auf buchstäblich eindrucksvolle Weise bestätigte der Lebenswissenschaftler damit die Rolle des »Gegen-Machthabers der Schöpfung«, die er sich seit Claude Bernard immer wieder selbst zugeschrieben hatte.

Episkopische Projektionen im Vorlesungssaal machten es möglich, ein situiertes und normatives Bild des Lebens mit einer großen Gruppe von Zuhörern, die zugleich als Zuschauer fungierten, zu teilen – man könnte auch sagen, es ihnen aufzuzwingen. Für Jacoby war es eine Tatsache der Physiologie, dass die Gleichzeitigkeit von Sehen und Hören der entscheidende Schlüssel für die Vermittlung objektiven Wissens war. Somit war es nicht nur der Körper des Frosches, den der Lebenswissenschaftler dem Betrieb seiner Vorlesungsprojektionseinrichtung unterwarf. Als körperliche Wesen waren auch Jacobys Studenten ein integraler Bestandteil dieser spektakulären Strategie.

ANMERKUNGEN

- 1 Im Internet unter <<http://de.wikipedia.org/wiki/Haraway>> [letzter Zugriff: 28. Oktober 2011].
- 2 Katharina Pühl, Anne Scheidhauer, Dagmar Fink und Barbara Ege, »Wir sind immer mittendrin. Ein Interview mit Donna Haraway«, übers. v. Anne Scheidhauer u. Carmen Hammer, in Donna J. Haraway, *Die Neuerfindung der Natur. Primaten, Cyborgs und Frauen*, hg. v. Carmen Hammer u. Immanuel Stieff (Frankfurt: Campus, 1995), S. 98-122, hier S. 98.
- 3 Donna J. Haraway, »Lieber Kyborg als Göttin! Für eine sozialistisch-feministische Unterwanderung der Gentechnologie«, übers. v. Gabi Mischkowski u. Nora Räthzel, in dies., *Monströse Versprechen. Die Gender- und Technologie-Essays* (Hamburg: Argument, 1995), S. 165-84, hier S. 177.
- 4 Pühl, Scheidhauer, Fink und Ege, »Wir sind immer mittendrin«, S. 98-99 (Hervorh. von mir, H.S.).
- 5 Donna J. Haraway, Persönliche Mitteilung (Email vom 29. September 2011). Wo nicht anders gekennzeichnet stammen alle Übersetzungen aus fremdsprachigen Texten von mir (H.S.).
- 6 Ebd. Zwei Jahre zuvor war in Frankreich die ergänzte Neuauflage von Canguilhem's Werk erschienen. Siehe Georges Canguilhem, *Le normal et le pathologique* (Paris: PUF, 1966).
- 7 Haraway, Persönliche Mitteilung.
- 8 Georges Canguilhem, *On the Normal and the Pathological*, übers. v. Carolyn R. Fawcett unter Mitarbeit v. Robert S. Cohen, Einleitung v. Michel Foucault (Dordrecht: Reidel, 1978).

- 9 Donna J. Haraway, *Crystals, Fabrics, and Fields. Metaphors of Organicism in Twentieth-Century Developmental Biology* (New Haven: Yale University Press, 1976), und Georges Canguilhem, »Maschine und Organismus«, in ders., *Die Erkenntnis des Lebens*, übers. v. Till Bardoux, Maria Muhle u. Francesca Raimondi (Berlin: August Verlag, 2009), S. 183-232, hier S. 216. Das französische Original erschien zuerst 1952.
- 10 Donna J. Haraway, »Reinterpretation or Rehabilitation. An Exercise in Contemporary Marxist History of Science«, *Studies in History of Biology*, 2 (1978), S. 193-209, und dies., »Signs of Dominance. From a Physiology to a Cybernetics of Primate Society, C. R. Carpenter, 1930-1970«, *Studies in History of Biology*, 6 (1983), S. 129-219.
- 11 Donna J. Haraway, *Primate Visions. Gender, Race, and Nature in the World of Modern Science* (London: Routledge, 1989), S. 428, Anm. 11, und dies., *Modest_Witness@Second_Millennium.FemaleMan[®]_Meets_OncoMouse[™]. Feminism and Technoscience* (London: Routledge, 1997), S. 134.
- 12 Haraway, Persönliche Mitteilung.
- 13 Bruno Latour, *Wir sind nie modern gewesen. Versuch einer symmetrischen Anthropologie*, übers. v. Gustav Roßler (Frankfurt a.M.: Suhrkamp, 2008), S. 122-25. Zu Latour und Canguilhem siehe auch Henning Schmidgen, *Bruno Latour zur Einführung* (Hamburg: Junius, 2011).
- 14 Siehe beispielsweise Haraway, »Signs of Dominance«, S. 197-201, sowie dies., *Primate Visions*, S. 42-46 und S. 159-64.
- 15 *Kursbuch Medienkultur. Die maßgeblichen Theorien von Brecht bis Baudrillard*, hg. v. Claus Pias, Joseph Vogl, Lorenz Engell, Oliver Fahle u. Britta Neitzel, 5. Aufl. (Stuttgart: DVA, 2004), S. 464-71 (Auszüge aus »Ein Manifest für Cyborgs«), *The Visual Culture Reader*, hg. v. Nicholas Mirzoeff, 2. Aufl. (London: Routledge, 2002), S. 677-84 (»The Persistence of Vision«), sowie *The New Media and Technocultures Reader*, hg. v. Seth Gidings u. Martin Lister (London: Routledge, 2011), S. 118-28 (Auszüge aus »A Cyborg Manifesto«), S. 154-63 (Interview mit Donna Haraway) und S. 394-98 (»Technoscience in Hypertext«). Siehe zudem die ebenso philosophisch wie medienwissenschaftlich orientierte Erörterung von Haraways Werk in Astrid Deuber-Mankowsky, *Praktiken der Illusion. Kant, Nietzsche, Cohen, Benjamin bis Donna J. Haraway* (Berlin: Vorwerk 8, 2007).
- 16 Siehe Georges Canguilhem, »Gehirn und Denken«, in: ders., *Grenzen medizinischer Rationalität. Historisch-epistemologische Untersuchungen*, übers. v. Monika Noll, hg. v. Gerd Herrmann (Tübingen: edition diskord, 1989), S. 7-40, hier S. 17-23.
- 17 Andrew Pickering, »Cyborg History and the World War II Regime«, *Perspectives on Science*, 3.1 (1995), S. 1-48. Siehe dazu Ian Hacking, »Canguilhem unter den Cyborgs«, übers. v. Eric J. Engstrom, in *Maß und Eigensinn. Studien im Anschluß an Georges Canguilhem*, hg. v. Cornelius Borck, Volker Hess und Henning Schmidgen (München: Fink, 2005), S. 239-56.
- 18 Hans-Jörg Rheinberger, *Experimentalsysteme und epistemische Dinge. Eine*

- Geschichte der Proteinsynthese im Reagenzglas* (Frankfurt a.M.: Suhrkamp, 2006).
- 19 Donna J. Haraway, »[Besprechung von Bruno Latour und Steve Woolgar, *Laboratory Life*]«, *Isis*, 71.3 (1980), S. 488-89.
 - 20 Georges Canguilhem, »Das Lebendige und sein Milieu« und »Das Experimentieren in der Tierbiologie«, in ders., *Die Erkenntnis des Lebens*, S. 233-79 und S. 27-70.
 - 21 Aus wissenschaftshistorischer Sicht siehe zum Beispiel Christopher Lawrence und Steven Shapin (Hg.), *Science Incarnate. Historical Embodiments of Natural Knowledge* (Chicago: University of Chicago Press, 1998), und Pamela H. Smith, *The Body of the Artisan. Art and Experience in the Scientific Revolution* (Chicago: University of Chicago Press, 2004).
 - 22 Siehe dazu ausführlich Henning Schmidgen, »1900—The Spectorium. On Biology's Audiovisual Archive«, *Grey Room*, 43 (2011), S. 42-65.
 - 23 Donna J. Haraway, »Situierendes Wissen. Die Wissenschaftsfrage im Feminismus und das Privileg einer partialen Perspektive«, übers. v. Helga Kelle, in dies., *Die Neuerfindung der Natur*, S. 73-97, hier S. 80-81 und S. 89.
 - 24 Georges Canguilhem, *Die Herausbildung des Reflexbegriffs im 17. und 18. Jahrhundert*, übers. v. Henning Schmidgen (München: Fink, 2008), S. 115.
 - 25 Hacking, »Canguilhem unter den Cyborgs«, S. 252, sowie Donna J. Haraway, »Ein Manifest für Cyborgs. Feminismus im Streit mit den Technowissenschaften«, übers. v. Fred Wolf, in dies., *Die Neuerfindung der Natur*, S. 33-72, hier S. 33.
 - 26 Haraway, »Ein Manifest für Cyborgs«, S. 37.
 - 27 Hacking, »Canguilhem unter den Cyborgs«, S. 246 (Hervorh. im Orig.).
 - 28 Canguilhem, »Maschine und Organismus«, S. 193.
 - 29 Ebd., S. 256.
 - 30 Hacking, »Canguilhem unter den Cyborgs«, S. 245.
 - 31 Haraway, »Ein Manifest für Cyborgs«, S. 34.
 - 32 Thierry Hoquet, *Cyborg philosophie. Penser contre les dualismes* (Paris: Seuil, 2011), S. 141-324.
 - 33 Ebd., S. 181.
 - 34 Ebd., S. 47.
 - 35 Ebd., S. 91.
 - 36 Ebd., S. 55-61.
 - 37 Ebd., S. 57.
 - 38 Ebd., S. 62. Siehe auch ders., »De Canguilhem aux cyborgs«, *Critique*, 740-741 (2009), S. 106-19.
 - 39 Pickering, »Cyborg History and the World War II Regime«, S. 21.
 - 40 Zum Zusammenhang von Postmoderne und Kybernetik siehe Jérôme Segal, *Le zéro et le un. Histoire de la notion scientifique d'information au 20e siècle* (Paris: Syllepse, 2003). Vgl. Céline Lafontaine, *L'empire cybernétique. Des machines à penser à la pensée machine. Essai* (Paris: Seuil, 2004).
 - 41 In diesem Sinne bereits Peter Galison, »The Ontology of the Enemy. Norbert

- Wiener and the Cybernetic Vision«, *Critical Inquiry*, 21.1 (1994), S. 228-66, der Lyotards Bezugnahmen auf die Kybernetik thematisiert (S. 258-59).
- 42 Siehe ausführlich dazu Andrew Pickering, *The Cybernetic Brain. Sketches of Another Future* (Chicago: University of Chicago Press, 2010).
- 43 Andrew Pickering, *Kybernetik und Neue Ontologien*, übers. v. Gustav Roßler (Berlin: Merve, 2007).
- 44 Hacking, »Canguilhem unter den Cyborgs«, S. 254 (Hervorh. im Orig.).
- 45 Manfred E. Clynes und Nathan S. Kline, »Cyborgs and space«, in *The Cyborg Handbook*, hg. v. Chris Hables Gray (London: Routledge, 1996), S. 29-33, hier S. 31: »Für den exogen erweiterten, organisatorischen Komplex, der unbewußt als integriertes System funktioniert, schlagen wir die Bezeichnung ›Cyborg‹ vor.«
- 46 Siehe Matthew Biro, *The Dada Cyborg. Visions of the New Human in Weimar Berlin* (Minneapolis: University of Minnesota Press, 2009), Allison Muri, *The Enlightenment Cyborg. A History of Communication and Control in the Human Machine, 1660–1830* (Toronto: University of Toronto Press, 2007), aber auch bereits Simon Ruf, »Über-Menschen. Elemente einer Genealogie des Cyborgs«, in *Mediale Anatomien. Menschenbilder als Medienprojektionen*, hg. v. Anette Keck u. Nicolas Pethes (Bielefeld: Transcript, 2001), S. 267-86. Siehe ferner Andy Clark, *Natural-Born Cyborgs. Minds, Technologies, and the Future of Human Intelligence* (Oxford: Oxford University Press, 2003).
- 47 Hacking, »Canguilhem unter den Cyborgs«, S. 244.
- 48 Michael Polanyi, »The Logic of Tacit Inference«, *Philosophy*, 41.155 (1966), S. 1-18, hier S. 4, und ders., *Implizites Wissen*, übers. v. Horst Brühmann (Frankfurt a.M.: Suhrkamp, 1985).
- 49 Kurt Goldstein, *Der Aufbau des Organismus. Einführung in die Biologie unter besonderer Berücksichtigung der Erfahrungen an kranken Menschen* (Haag: Martinus Nijhoff, 1934), S. 243 (Hervorh. im Orig.).
- 50 Georges Canguilhem, »Das Experimentieren in der Tierbiologie«, in ders., *Die Erkenntnis des Lebens*, S. 27-70, hier S. 31.
- 51 Siehe dazu detailliert Henning Schmidgen, *Die Helmholtz-Kurven. Auf der Spur der verlorenen Zeit* (Berlin: Merve, 2009).
- 52 Pickering, »Cyborg History and the World War II Regime«, S. 4.
- 53 Haraway, »Situieretes Wissen«, S. 83.
- 54 Johann Nepomuk Czermak, »Ueber das physiologische Privat-Laboratorium an der Universität Leipzig. Rede gehalten am 24. Dezember 1872 bei Gelegenheit der Eröffnung seines Amphitheaters«, in ders., *Gesammelte Schriften in zwei Bänden* (Leipzig: Verlag von Wilhelm Engelmann, 1879), II, S. 119-44, hier S. 144.
- 55 Ebd.
- 56 Ebd., S. 119
- 57 Über »Anschauung« im philosophischen Kontext siehe Werner Flach, *Zur Prinzipienlehre der Anschauung* (Hamburg: Meiner, 1963), und Manfred Frank, »Intellektuale Anschauung. Drei Stellungnahmen zu einem Deutungsversuch von Selbstbewusstsein – Kant, Fichte, Hölderlin/Novalis«, in *Die Aktualität der Frühromantik*, hg. v. Ernst Behler u. Jochen Hörisch (Paderborn: Schöningh,

- 1987), S. 96-126. Über die Rolle von »Anschauung« in der Biologie der Romantik siehe Timothy Lenoir, *The Strategy of Life. Teleology and Mechanics in Nineteenth Century German Biology* (Dordrecht: Reidel, 1982), S. 54-111 und Lynn K. Nyhart, *Biology Takes Form. Animal Morphology and the German Universities, 1800-1900* (Chicago: University of Chicago Press, 1995), S. 35-64.
- 58 Gilles Deleuze, *Das Bewegungs-Bild*, Kino 1, übers. v. Ulrich Chistians u. Ulrike Bockelmann (Frankfurt a.M.: Suhrkamp, 1997).
- 59 Zum »kinematographischen Apparat« siehe Jean-Louis Baudry, »Das Dispositiv. Metapsychologische Betrachtungen des Realitätseindrucks«, *Psyche*, 48.11 (1994), S. 1047-74.
- 60 Czermak, »Ueber das physiologische Privat-Laboratorium«, S. 119 (Hervorh. im Orig.).
- 61 Ebd., S. 128.
- 62 Czermak, »Ueber das physiologische Privat-Laboratorium«, S. 130.
- 63 Als Beispiele für historische Quellen zu episkopischen Projektionen siehe Richard Neuhauss, *Lehrbuch der Projektion* (Halle: Knapp, 1908), S. 95-103, sowie Simon Henry Gage und Henry Phelps Gage, *Optic Projection. Principles and Use of the Magic Lantern, Projection Microscope, Reflecting Lantern, Moving Picture Machine* (Ithaca: Comstock Publishing Company, 1914), S. 166-99. Zur allgemeinen Geschichte der Projektion in der wissenschaftlichen Praxis, siehe Thomas L. Hankins und Robert J. Silverman, »The Magic Lantern and the Art of Scientific Demonstration«, in dies., *Instruments and the Imagination* (Princeton: Princeton University Press, 1995), S. 37-71, und Iwan Rhys Morus' Diskussion neuerer Arbeiten zu diesem Thema, »Seeing and Believing Science«, *Isis*, 97 (2006), S. 101-10. Im deutschsprachigen Raum siehe dazu auch *Apparaturen bewegter Bilder*, hg. v. Daniel Gethmann u. Christoph B. Schulz (Münster: LIT Verlag, 2006).
- 64 Carl Jacobj, »Anschauungsunterricht und Projektion«, *Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie und mikroskopische Technik*, 36.4 (1919), S. 273-314, hier S. 277 (Hervorh. im Orig.).
- 65 Jacobj, »Anschauungsunterricht und Projektion«, S. 288. Zur Architektur des Tübinger Instituts siehe auch ders., *Das pharmakologische Institut zu Tuebingen und seine Einrichtungen fuer Unterricht und Forschung* (Tübingen: Buchdruckerei der Tübinger Studentenhilfe, 1927).
- 66 Siehe beispielsweise Carl Kaiserling, »Ueber die Schwierigkeiten des demonstrativen Unterrichts und seine Hilfsmittel, insonderheit einen neuen Universal-Projektionsapparat«, in *Arbeiten aus dem pathologischen Institut zu Berlin. Zur Feier der Vollendung der Instituts-Neubauten*, hg. v. Johannes Orth (Berlin: Hirschwald, 1906), S. 118-19, hier S. 123.
- 67 Jacobj, »Anschauungsunterricht und Projektion«, S. 288.
- 68 Anonymous, »Das pharmakologische Institut«, in *Festschrift für die 58. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte. Die naturwissenschaftlichen und medicinischen Institute der Universität und die naturhistorischen Sammlungen der Stadt Strassburg* (Strassburg: Heitz, 1885), S. 119-27, hier S. 121.

- 69 Andreas E. Jendrassik, *Das neue physiologische Institut an der Universität zu Budapest* (Budapest: Universitäts-Buchdruckerei, 1877), S. 14.
- 70 Moritz von Horstig, »Die Universität und ihre Anstalten. Das physiologische Institut«, in *Würzburg, insbesondere seine Einrichtungen für Gesundheitspflege und Unterricht: Fest-Schrift gewidmet der 18. Versammlung des Deutschen Vereins für öffentliche Gesundheitspflege*, hg. v. Karl B. Lehmann u. Julius Röder (Würzburg, 1892), S. 256-62, hier S. 259, sowie Angelo Mosso, *L'Institut Physiologique de l'Université de Turin. A l'occasion du XI Congrès International de Médecine tenu à Rome en 1894* (Turin: Vincent Bona, 1894).
- 71 Über Stricker siehe Erna Lesky, *The Vienna Medical School of the 19th Century*, übers. v. L. Williams u. I. S. Levij (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1977), S. 499-506.
- 72 Gustav Gärtner, »Stricker's Unterrichtsmethode«, in *30 Jahre experimentelle Pathologie. Stricker Festschrift* (Leipzig: Deuticke, 1898), S. 54-62, hier S. 59.
- 73 Salomon Stricker, *Skizzen aus der Lehranstalt für experimentelle Pathologie* (Wien: Hölder, 1892), S. 3-4.
- 74 Gärtner, »Stricker's Unterrichtsmethode«, S. 61.
- 75 Stricker, *Skizzen aus der Lehranstalt*, S. 4.
- 76 Zum Tableau vivant im 19. Jahrhundert siehe zum Beispiel Birgit Jooss, *Lebende Bilder. Körperliche Nachahmung von Gruppenbildern in der Goethezeit* (Berlin: Reimer, 1999).
- 77 Jacobj, »Anschauungsunterricht und Projektion«, S. 308-09.
- 78 Ebd., S. 309.
- 79 Ebd., S. 275-76.
- 80 Georges Canguilhem, *Das Normale und das Pathologische*, übers. v. Monika Nöll u. Rolf Schubert (München: Carl Hanser Verlag, 1974), S. 163.
- 81 Georges Canguilhem, »Das Lebendige und sein Milieu«, in ders., *Die Erkenntnis des Lebens*, S. 233-79, hier S. 265.

ABBILDUNGSNACHWEISE

- Abb. 1: Charles Verdin, *Catalogue des instruments de précision servant en physiologie et en médecine* (Chateauroux [ohne Verlag], 1882), S. 44.
- Abb. 2: Anonymus, »Czermak's physiologisches Privatlaboratorium und Amphitheater in Leipzig«, *Illustrierte Zeitung*, 1556 (1873), S. 305-07, hier S. 305.
- Abb. 3: Anonymus, *The Epidiascope. Carl Zeiss*, Umschlagabbildung eines Katalogs von The Scientific Shop, Albert E. Porter, *Circular 346* (Chicago, Il: Juni 1906).
- Abb. 4: Carl Kaiserling, »Ueber die Schwierigkeiten des demonstrativen Unterrichts und seine Hilfsmittel, insonderheit einen neuen Universal-Projektionsapparat«, in: *Arbeiten aus dem pathologischen Institut zu Berlin: Zur Feier der Vollendung der Instituts-Neubauten*, hg. v. Johannes Orth (Berlin: Hirschwald, 1906), S. 118-19, hier S. 117.
- Abb. 5: Andreas E. Jendrassik, *Das neue physiologische Institut an der Universität zu Budapest* (Budapest: Kön. Ung. Universitäts-Buchdruckerei, 1877), Tafel III.

Abb. 6: Anonymus, »Das Episkop«, *Ueber Land und Meer: Deutsche Illustrirte Zeitung*, 64.26 (1890), S. 1028.

Abb. 7: Carl Jacobj, »Visual Instruction and the Projection Method«, *Methods and Problems of Medical Education*, 6 (1927), S. 257-64, hier S. 264.

Henning Schmidgen, »Cyborg Vision: Über eine Konfiguration zwischen Historischer Epistemologie, Wissenschaftsforschung und Medienwissenschaft«, in *Situiertes Wissen und regionale Epistemologie: Zur Aktualität Georges Canguilhem und Donna J. Haraways*, hg. v. Astrid Deuber-Mankowsky und Christoph F. E. Holzhey, *Cultural Inquiry*, 7 (Wien: Turia + Kant, 2013), S. 51–85 <https://doi.org/10.37050/ci-07_03>

REFERENCES

- Anonymous, »Das pharmakologische Institut«, in *Festschrift für die 58. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte. Die naturwissenschaftlichen und medicinischen Institute der Universität und die naturhistorischen Sammlungen der Stadt Strassburg* (Strassburg: Heitz, 1885), S. 119-27
- Baudry, Jean-Louis, »Das Dispositiv. Metapsychologische Betrachtungen des Realitätseindrucks«, *Psyche*, 48.11 (1994), S. 1047-74
- Biro, Matthew, *The Dada Cyborg. Visions of the New Human in Weimar Berlin* (Minneapolis: University of Minnesota Press, 2009)
- Canguilhem, Georges, *Die Erkenntnis des Lebens*, übers. v. Till Bardoux, Maria Muhle u. Francesca Raimondi (Berlin: August, 2009)
- *Grenzen medizinischer Rationalität. Historisch-epistemologische Untersuchungen*, übers. v. Monika Noll, hg. v. Gerd Hermann (Tübingen: edition diskord, 1989)
- *Die Herausbildung des Reflexbegriffes im 17. und 18. Jahrhundert*, übers. u. mit einem Vorwort eingeleit. v. Henning Schmidgen (München: Fink, 2008) <<https://doi.org/10.30965/9783846745250>>
- *Le normal et le pathologique* (Paris: PUF, 1966)
- *Das Normale und das Pathologische*, übers. v. Monika Noll u. Rolf Schubert (München: Hanser, 1974)
- *On the Normal and the Pathological*, übers. v. Carolyn R. Fawcett unter Mitarbeit v. Robert S. Cohen, Einleitung v. Michel Foucault (Dordrecht: Reidel, 1978)
- Clark, Andy, *Natural-Born Cyborgs. Minds, Technologies, and the Future of Human Intelligence* (Oxford: Oxford University Press, 2003)
- Clynes, Manfred E. u. Nathan S. Kline, »Cyborgs and space«, in *The Cyborg Handbook*, hg. v. Chris Hables Gray (London: Routledge, 1996), S. 29-33
- Czermak, Johann Nepomuk, *Gesammelte Schriften in zwei Bänden* (Leipzig: Verlag von Wilhelm Engelmann, 1879)
- Deleuze, Gilles, *Das Bewegungs-Bild*, Kino 1, übers. v. Ulrich Chistians u. Ulrike Bockelmann (Frankfurt a.M.: Suhrkamp, 1997)
- Deuber-Mankowsky, Astrid, *Praktiken der Illusion. Kant, Nietzsche, Cohen, Benjamin bis Donna J. Haraway* (Berlin: Vorwerk 8, 2007)
- Flach, Werner, *Zur Prinzipienlehre der Anschauung* (Hamburg: Meiner, 1963)
- Frank, Manfred, *Die Aktualität der Frühromantik*, hg. v. Ernst Behler u. Jochen Hörisch (Paderborn: Schöningh, 1987)
- Gage, Simon Henry u. Henry Phelps Gage, *Optic Projection. Principles and Use of the Magic Lantern, Projection Microscope, Reflecting Lantern, Moving Picture Machine* (Ithaca, NY: Comstock Publishing Company, 1914)

- Galison, Peter, »The Ontology of the Enemy. Norbert Wiener and the Cybernetic Vision«, *Critical Inquiry*, 21.1 (1994), S. 228-66 <<https://doi.org/10.1086/448747>>
- Gethmann, Daniel u. Christoph B. Schulz (Hg.), *Apparaturen bewegter Bilder* (Münster: LIT Verlag, 2006)
- Gidings, Seth u. Martin Lister (Hg.), *The New Media and Technocultures Reader* (London: Routledge, 2011)
- Goldstein, Kurt, *Der Aufbau des Organismus. Einführung in die Biologie unter besonderer Berücksichtigung der Erfahrungen am kranken Menschen* (Haag: Martinus Nijhoff, 1934)
- Hacking, Ian, »Canguilhem unter den Cyborgs«, übers. v. Eric J. Engstrom, in *Maß und Eigensinn. Studien im Anschluß an Georges Canguilhem*, hg. v. Cornelius Borck, Volker Hess und Henning Schmidgen (München: Fink, 2005), S. 239-56
- Hankins, Thomas L. u. Robert J. Silverman, *Instruments and the Imagination* (Princeton: Princeton University Press, 1995)
- Haraway, Donna J., *Crystals, Fabrics, and Fields. Metaphors of Organicism in Twentieth-Century Developmental Biology* (New Haven: Yale University Press, 1976)
- *Modest_Witness@Second_Millennium.FemaleMan[©]_Meets_OncoMouse[™]. Feminism and Technoscience* (London: Routledge, 1997)
- *Monströse Versprechen. Die Gender- und Technologie-Essays* (Hamburg: Argument, 1995)
- *Die Neuerfindung der Natur. Primaten, Cyborgs und Frauen*, hg. u. eingel. v. Carmen Hammer u. Immanuel Stieß (Frankfurt a.M.: Campus, 1995)
- *Primate Visions. Gender, Race, and Nature in the World of Modern Science* (London: Routledge, 1989)
- »Besprechung von Bruno Latour und Steve Woolgar, *Laboratory Life*«, *Isis*, 71.3 (1980), S. 488-89 <<https://doi.org/10.1086/352555>>
- »Reinterpretation or Rehabilitation. An Exercise in Contemporary Marxist History of Science«, *Studies in History of Biology*, 2 (1978), S. 193-209
- »Signs of Dominance. From a Physiology to a Cybernetics of Primate Society, C. R. Carpenter, 1930-1970«, *Studies in History of Biology*, 6 (1983), S. 129-219
- Hoquet, Thierry, *Cyborg philosophie. Penser contre les dualismes* (Paris: Seuil, 2011)
- »De Canguilhem aux cyborgs«, *Critique*, 740-741 (2009), S. 106-19 <<https://doi.org/10.3917/criti.740.0106>>
- von Horstig, Moritz, »Die Universität und ihre Anstalten. Das physiologische Institut«, in *Würzburg, insbesondere seine Einrichtungen für Gesundheitspflege und Unterricht: Festschrift gewidmet der 18. Versammlung des Deutschen Vereins für öffentliche Gesundheitspflege*, hg. v. Karl B. Lehmann u. Julius Röder (Würzburg, 1892), S. 256-62
- Jacobj, Carl, *Das pharmakologische Institut zu Tuebingen und seine Einrichtungen fuer Unterricht und Forschung* (Tübingen: Buchdruckerei der Tübinger Studentenhilfe, 1927)
- »Anschauungsunterricht und Projektion«, *Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie und mikroskopische Technik*, 36.4 (1919), S. 273-314
- Jendrassik, Andreas E., *Das neue physiologische Institut an der Universität zu Budapest* (Budapest: Universitäts-Buchdruckerei, 1877)
- Jooss, Birgit, *Lebende Bilder. Körperliche Nachahmung von Gruppenbildern in der Goethezeit* (Berlin: Reimer 1999)
- Kaiserling, Carl, *Arbeiten aus dem pathologischen Institut zu Berlin. Zur Feier der Vollendung der Instituts-Neubauten*, hg. v. Johannes Orth (Berlin: Hirschwald, 1906)
- Lafontaine, Céline, *L'empire cybernétique. Des machines à penser à la pensée machine. Essai* (Paris: Seuil, 2004)
- Latour, Bruno, *Wir sind nie modern gewesen. Versuch einer symmetrischen Anthropologie*, übers. v. Gustav Roßler (Frankfurt a.M.: Suhrkamp, 2008)
- Lawrence, Christopher u. Steven Shapin (Hg.), *Science Incarnate. Historical Embodiments of Natural Knowledge* (Chicago: University of Chicago Press, 1998)
- Lenoir, Timothy, *The Strategy of Life. Teleology and Mechanics in Nineteenth Century German Biology* (Dordrecht: Reidel, 1982)

- Lesky, Erna, *The Vienna Medical School of the 19th Century*, übers. v. L. Williams u. I. S. Levij (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1977)
- Mirzoeff, Nicholas (Hg.), *The Visual Culture Reader*, 2. Aufl. (London: Routledge, 2002)
- Morus, Iwan Rhys, »Seeing and Believing Science«, *Isis*, 97 (2006), S. 101-10 <<https://doi.org/10.1086/501103>>
- Mosso, Angelo, *L'Institut Physiologique de l'Université de Turin. A l'occasion du XI Congrès International de Médecine tenu à Rome en 1894* (Turin: Vincent Bona, 1894)
- Muri, Allison, *The Enlightenment Cyborg. A History of Communication and Control in the Human Machine, 1660–1830* (Toronto: University of Toronto Press, 2007) <<https://doi.org/10.3138/9781442684904>>
- Neuhauss, Richard, *Lehrbuch der Projektion* (Halle: Knapp, 1908)
- Nyhart, Lynn K., *Biology Takes Form. Animal Morphology and the German Universities, 1800-1900* (Chicago: University of Chicago Press, 1995)
- Pias, Claus, Joseph Vogl, Lorenz Engell, Oliver Fahle u. Britta Neitzel (Hg.), *Kursbuch Medienkultur. Die maßgeblichen Theorien von Brecht bis Baudrillard*, 5. Aufl. (Stuttgart: DVA, 2004)
- Pickering, Andrew, *Kybernetik und Neue Ontologien*, übers. v. Gustav Roßler (Berlin: Merve, 2007)
- »Cyborg History and the World War II Regime«, *Perspectives on Science*, 3.1 (1995), S. 1-48
- Polanyi, Michael, *Implizites Wissen*, übers. v. Horst Brühmann (Frankfurt a.M.: Suhrkamp, 1985)
- »The Logic of Tacit Inference«, *Philosophy*, 41.155 (1966), S. 1-18 <<https://doi.org/10.1017/S0031819100066110>>
- Rheinberger, Hans-Jörg, *Experimentalsysteme und epistemische Dinge. Eine Geschichte der Proteinsynthese im Reagenzglas* (Frankfurt a.M.: Suhrkamp, 2006)
- Ruf, Simon, »Über-Menschen. Elemente einer Genealogie des Cyborgs«, in *Mediale Anatomien. Menschenbilder als Medienprojektionen*, hg. v. Anette Keck u. Nicolas Pethes (Bielefeld: Transcript, 2001), S. 267-86
- Schmidgen, Henning, *Bruno Latour zur Einführung* (Hamburg: Junius, 2011)
- *Die Helmholtz-Kurven. Auf der Spur der verlorenen Zeit* (Berlin: Merve, 2009)
- »1900—The Spectorium. On Biology's Audiovisual Archive«, *Grey Room*, 43 (2011), S. 42-65 <https://doi.org/10.1162/GREY_a_00029>
- Segal, Jérôme, *Le zéro et le un. Histoire de la notion scientifique d'information au 20e siècle* (Paris: Syllepse, 2003)
- Smith, Pamela H., *The Body of the Artisan. Art and Experience in the Scientific Revolution* (Chicago: University of Chicago Press, 2004) <<https://doi.org/10.7208/chicago/9780226764269.001.0001>>
- Stricker, Salomon, *Skizzen aus der Lehranstalt für experimentelle Pathologie* (Wien: Hölder, 1892)