

Albert Müller

## Zur Geschichte der Kybernetik

Ein Zwischenstand

*Für Mikuláš Teich zum 90. Geburtstag*

Der derzeit wohl bedeutendste Vertreter der *second order cybernetics*, Ranulph Glanville, erinnert uns daran, dass ein „alternativer“ Blick auf die sogenannten „Achter-Jahre“ geworfen werden kann.<sup>1</sup> Das Erscheinen von Norbert Wieners Buch *Cybernetics* jährt sich 2008 zum sechzigsten Mal, die Gründung des *Biological Computer Laboratory* zum fünfzigsten Mal und die große Londoner Ausstellung *Cybernetic Serendipity* zum vierzigsten Mal. All dieser zentralen Ereignisse in der Geschichte der Kybernetik wird 2008 gedacht, in Konferenzen und Ausstellungen, etwa in Urbana, Illinois, in Berlin und in Wien.<sup>2</sup> Gleichwohl soll hier nicht Jubiläumsgeschichtsschreibung betrieben werden.

Die einige Zeit lang bereits dem Vergessen anheimgefallene Wissensdomäne der Kybernetik erfährt derzeit ein ungewöhnlich wachsendes Interesse. Allein in Jahresfrist erschienen drei Taschenbücher in Publikumsverlagen, die sich dem Thema widmen und „Kybernetik“ im Titel tragen.<sup>3</sup>

Misst man dieses Wissensfeld daran, wie sehr Teile seiner spezifischen Terminologie in die Sprache der Laien, in die Alltagssprache, übernommen wurden, dann zählt es zu den erfolgreichsten Wissensdomänen des 20. Jahrhunderts, durchaus vergleichbar der Einsteinschen Relativitätstheorie, deren zentraler Terminus in die Alltagssprache eingegangen ist. Begriffe wie Feedback, Blackbox, Control/Steuerung, System, wurden zwar meist ihrer spezifischen Bedeutung und ihres Kontextes beraubt (und manchmal semantisch in ihr Gegenteil verkehrt wie beispielsweise in der Komposition „positives Feedback“), sie sind dafür aber nahezu täglich zu hören oder zu lesen. Dazu kommen sämtliche Komposita mit Cyber-, die ja unmittelbar von Cybernetics abgeleitet werden: Cyberspace, Cyberculture, Cyberpunk, Cyber Campus, Cyberdokter, Cybersex, Cyberwar etc. Die Rolle des *Cybernetic Organism* (CybOrg) T1 machte Arnold Schwarzenegger in *Terminator* zum weltweit

bekanntem Filmstar, der Text *A Cyborg Manifesto* seine Autorin Donna J. Haraway zu einer weltweit bekannten feministischen Theoretikerin.<sup>4</sup> Die kulturelle und alltagskulturelle Rezeption der Kybernetik ist es vermutlich auch, die die Geschichte der Kybernetik über die engere Wissenschafts- und Technikgeschichte hinaus auch für Kultur- und Medienwissenschaftler/innen so interessant werden ließ.

Im Vergleich zu ihrer populären Rezeption war Kybernetik als Denomination im wissenschaftlichen Feld nicht ganz so erfolgreich. Ihr von Anfang an transdisziplinäres Design verhinderte in der Folge eine Ausbildung und Etablierung als überall vertretene Disziplin. Punktuell gelang die Gründung von Departments, Instituten, Abteilungen etc., eine flächendeckende Verankerung der Kybernetik kam jedoch nicht zustande. Dem entspricht, dass die meisten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, die sich als Kybernetiker verstehen und zur Kybernetik beitragen, in den verschiedensten Disziplinen und akademischen Einrichtungen tätig sind. Teilnehmer-Listen großer, regelmäßig veranstalteter Fachtagungen wie des EMCSR (*European Meeting on Cybernetics and System Research*) belegen dies.

Das neuerdings große Interesse an Kybernetik mag auch daher rühren, dass es sich bei Kybernetik nicht nur um ein naturwissenschaftliches Forschungsprogramm handelte, sondern auch um neue gesellschaftstheoretische Sichtweisen, die Kybernetik intendierte, eröffnete oder wenigstens begünstigte. Als transdisziplinäres Unternehmen<sup>5</sup> nahm sie, darauf hat Stefan Rieger schon vor einigen Jahren hingewiesen,<sup>6</sup> die von John Brockman annoncierte *Third Culture* vorweg.<sup>7</sup>

Die gesellschaftliche Orientierung der Kybernetik stand bereits im Fokus der ersten umfangreicheren Darstellung der US-amerikanischen Geschichte der Kybernetik durch Steve Heims.<sup>8</sup> Vor rund 15 Jahren bewertete Heims die Aktivitäten der *Cybernetics Group* – also der Teilnehmer/innen der zehn *Macy-Conferences* – als die Arbeit zu Gunsten eines *Design for Postwar America*. Diese Zuschreibung wird von den publizierten Texten allerdings nur teilweise belegt.<sup>9</sup> Weit öfter als um konkretes gesellschaftliches Design ging es um Fragen der Selbstversicherung und Validierung des durch die Gruppe und ihre Vorläufer entwickelten theoretischen Instrumentariums und dessen mögliche Erweiterungen. Gleichwohl waren die Zusammenarbeit von Natur-, Technik-, Sozial- und Humanwissenschaften und die Wahl grundlegender sozialer Thematiken wie Sprache und Kommunikation zentral für die Produktivität der *Macy Group*. Die Schlüsselrolle dieser Serie von zehn Konferenzen für die Entwicklung der Kybernetik war vor der Publikation Heims' jedenfalls nicht ausreichend dargestellt. Die fünf publizierten Konferenzbände waren in öffentlichen Bibliotheken kaum verbreitet, zumal in europäischen nicht.<sup>10</sup> Es ist das Verdienst von Claus Pias, das Material wieder veröffentlicht und auf diese Weise eine breite Diskussionsgrundlage hergestellt zu haben.<sup>11</sup> Zudem hat Pias diese zentrale Quelle interpretierend dargestellt.<sup>12</sup>

Die Geschichte der Kybernetik setzt aber bereits einige Jahre vor den *Macy*-Konferenzen (seit 1946) ein. Es herrscht Übereinstimmung darüber, dass es zwei Texte waren, die den Beginn der Kybernetik markieren.<sup>13</sup> Beide Texte sind Gemeinschaftsarbeiten und wurden im selben Jahr, nämlich 1943, publiziert, beide erwiesen sich als anschlussfähig im Sinn einer generellen Interpretierbarkeit und weiterer Theoriebildung.

Der erste Text stammt von Arturo Rosenblueth, Norbert Wiener und John Bigelow.<sup>14</sup> In ihm finden wir erstmals die Formulierung zweier zentraler Kategorien der Kybernetik, jener des Feedback und jener der Zielorientiertheit von Systemen. ‚Feedback‘ hat zudem eine interessante Vorgeschichte im Bereich der Theorie und Praxis der Signalübertragung seit den späten 1920er Jahren.<sup>15</sup> Peter Galison besteht darauf, die Autoren dieses 1943 erschienenen Artikels als Adepten des Behaviorismus zu etikettieren.<sup>16</sup> Der Titel des Artikels *Behavior, Purpose and Teleology* mag dergleichen nahelegen, eine genauere Lektüre sollte aber vom Gegenteil überzeugen. Die Autoren scheinen viel eher, wenn auch nur implizit, eine Fundamentalkritik des zeitgenössischen Behaviorismus leisten zu wollen.

Ungefähr gleichzeitig erschien 1943 der zweite Text, verfasst von Warren S. McCulloch und Walter Pitts.<sup>17</sup> Seine nachhaltige Bedeutung besteht hauptsächlich darin, eine logische Äquivalenz zwischen dem Rechnen mit Booleschen Operatoren und den Aktivitäten des Nervennetzwerks zu behaupten und zu demonstrieren. Der Einfluss dieses Artikels auf die frühe Computerentwicklung ist eminent und wird von Peter Asaro detailliert nachgezeichnet.<sup>18</sup> Auf dem sogenannten Hixon Symposium (*Cerebral Mechanisms in Behavior*) 1948 wurden die Ideen von McCulloch und Pitts vor allem von John von Neumann diskutiert.<sup>19</sup> Der Text blieb bis in die 1960er Jahre einflussreich und wird heute als Klassiker zitiert. Neben Alan Turings und John von Neumanns Arbeiten wird er als Grundlagen-Text für die Entstehung der *Artificial Intelligence*-Forschung angesehen.

Den Namen *Cybernetics* / Kybernetik erfand Norbert Wiener in seinem Buch *Cybernetics*,<sup>20</sup> das zur Überraschung Wieners ein wissenschaftlicher Bestseller werden sollte und in zahlreiche Sprachen übersetzt wurde. Wiener unterließ es, darin den Terminus Kybernetik abschließend zu definieren. Er erläutert selbst, dass der Terminus Kybernetik im Sommer 1947 gefunden wurde, um vorhergehende und laufende Arbeiten seiner Forschungsgruppe, der unter anderem auch Arturo Rosenblueth und Julian Bigelow angehörten, zusammenzufassen. Wiener leitet seinen Begriff Kybernetik vom griechischen *kybernetes*, dem Wort für Steuermann her. Kybernetik wäre demgemäß die Wissenschaft von der Steuerung oder die Steuermannskunst. Die lateinische Entsprechung zum griechischen *kybernetes* lautet übrigens *gubernator*, wovon das englische Wort *governor* stammt. Wiener selbst bekennt sich dazu, für seine Begriffsbildung durch einen Artikel des englischen Physikers

James Clark Maxwell aus dem Jahr 1868 angeregt worden zu sein. Dieser Artikel trug den Titel *On governors* und behandelte Regelungstechniken und Regelungsmechanismen.<sup>21</sup> Auch erwähnt Wiener, dass sich verwandte Ideen schon bei Denkern des 17. und 18. Jahrhunderts finden, und er hebt Leibniz und Descartes besonders hervor. Übersehen wurde zunächst auch von Wiener, dass bereits der französische Physiker André Marie Ampère den Terminus Kybernetik gebrauchte (*cybernétique*). In einem klassifikatorischen Tableau aller Wissenschaften bezeichnete Ampère damit die Wissenschaft von der Staatenlenkung.<sup>22</sup>

Mit diesen begriffsgeschichtlichen Bemerkungen haben wir uns aber noch nicht der Frage genähert, was Norbert Wiener unter Kybernetik verstand. Sein Buch gibt darüber keine klare Auskunft. Es handelt sich nicht um ein Lehrbuch (ein solches sollte der englische Kybernetiker W. Ross Ashby erst Jahre später verfassen<sup>23</sup>), aber auch nicht um eine systematische Darstellung. Wir haben es vielmehr mit einer Zusammenstellung von acht ausgewählten Aufsätzen zu tun, die in einer zweiten Auflage des Buches um zwei weitere ergänzt werden sollten. Diese Aufsätze sind zwar vom Autor aufeinander bezogen, der Bezug erscheint dem Leser / der Leserin allerdings eher lose. Viel eher dokumentieren die Kapitel des Buches Norbert Wieners breite, über sein Fach Mathematik weit hinausgehende Forschungsinteressen. Ich zähle die Kapitelüberschriften auf: *Newton'scher und Bergson'scher Zeitbegriff; Gruppen und statistische Mechanik; Zufallsprozesse, Information und Kommunikation; Rückkopplung und Schwingung; Rechenmaschinen und Nervensystem; Gestalt und Universalbegriffe; Kybernetik und Psychopathologie; Information, Sprache und Gesellschaft*. In der zweiten Auflage kamen noch hinzu: *Über lernende und sich selbst reproduzierende Maschinen; Gehirnwellen und selbstorganisierende Systeme*.<sup>24</sup>

Wer nun den Eindruck hat, hier werde Kybernetik nicht definiert, sondern lediglich ihre Felder und Themen (oder Teile davon) beschrieben, hat gewiss recht. Auch in der dem Buch vorangestellten Einleitung wird auf eine Definition verzichtet. Dort wird ein eher umständlicher Rückblick auf die Forschungsaktivitäten Norbert Wieners und seiner Gruppe geboten und skizziert, wie sich Problemlagen und Lösungsmöglichkeiten entwickelt hätten. Der Sinn dieser Darstellung ist aber einigermaßen klar: Ein weites Feld wissenschaftlicher Aktivitäten wird unter einem neuen Namen, einer neuen *Trademark* eröffnet.

Schon am Anfang der Kybernetik stand also – bei aller absehbaren Breite des Forschungsprogramms – ein Moment des Unbestimmten (oder des Unterdeterminierten). Manchen Erzählungen zufolge hatte Wiener ja die Überschrift Kybernetik lediglich gewählt, um seinen Gegenstand möglichst offenzuhalten. Anderen Erzählungen zufolge ergab sich die Entscheidung für ‚Kybernetik‘ aus der Mitgliedschaft Norbert Wieners in einer Studentenverbindung mit dem Namen Phi Beta Kappa für *Philosophia Biou Kybernetes*.<sup>25</sup> Welche Erzählung zutrifft, kann hier dahingestellt

bleiben. Bemerkenswert und bezeichnend ist aber, dass dem Bedürfnis, Kybernetik genau, umfassend und abschließend zu definieren, auch im weiteren Verlauf niemals mehr entsprochen wurde. Weder Ross Ashbys *Introduction* noch Gordon Pask's *An Approach to Cybernetics*<sup>26</sup> enthalten derartige Festlegungen. Auch noch zwei Jahrzehnte nach dem Erscheinen der *Introduction* und eineinhalb Jahrzehnte nach *An Approach* haben wir ein Zeugnis dieses auffälligen Moments des Unbestimmten, wenn nicht Unbestimmbaren. Das 1974 von Heinz von Foerster gemeinsam mit Studierenden und nahestehenden Kolleginnen und Kollegen geschaffene Kompendium *Cybernetics of Cybernetics*, dem man die Absicht abliest, Bestehendes im Feld der Kybernetik abschließend darstellen und zugleich Neues eröffnen zu wollen, enthält gleich vier durchaus verschiedene Definitionen von Kybernetik.<sup>27</sup> Sie lauten folgendermaßen:

„CYBERNETICS. Cybernetics dates from 1942 and was named in 1947 by the late Norbert Wiener and the late Arturo Rosenbleuth [sic!], distinguished mathematician and physician respectively. It was then defined as ‚the science of control and communication in the animal and the machine‘. This definition indicated (a) that a state of ‚in control‘ depends upon a flow of information, and (b) that the laws governing control are universal, i.e. do not depend on the classical dichotomy between organic and inorganic systems. The name cybernetics derives from the Greek word meaning ‚steersman‘, and was chosen to show that adaptive control is more like steersmanship than dictatorship. Today, a more general definition of cybernetics might be preferred: the science of effective organization.

Always an interdisciplinary subject, cybernetics was seen by its founding fathers moreover as transdisciplinary. This perception was followed by the original United States workers, and by cyberneticians in the United Kingdom, who looked to the science as linking organizational notions in every field, and as specifying quite general principles. Elsewhere in the United States, and in some other countries, notably France, early discoveries about the importance of feedback and the role of entropy focussed the subject on its engineering aspects, at the expense of its biology, its economics, its ecology, and so on. In the USSR, cybernetics was officially treated as an ‚imperialist device‘ until the mid-fifties. At this time, Soviet work in the field, heavily dependent on mathematics, achieved such importance internationally that the Soviet authorities admitted the science officially.

There remains disagreement about the generality of the science, especially in relation to General Systems Theory which has identical objectives to those expressed by the founders of cybernetics. Thus for some, cybernetics and GST are coextensive, while those could be found who regard each as a branch of the other. In their origins, at least, they express the same intentions.

Thanks to the academic forces that will always seek to classify in a reductionist way, one may hear of engineering cybernetics (as mentioned above),

of neurocybernetics (which deals especially with the brain), of bio-cybernetics (sometimes called bionics), of computer cybernetics, of management cybernetics, and so on. A clear perception of cybernetics must accept these distinctions by areas of application, but will not take them as undermining the transdisciplinary unity of cybernetics itself. [S.B.]“

„CYBERNETICS. Cybernetics is a word used to convey the idea of comparing physical machines with biological organisms in regard to how their behavior is controlled. Both possess a sensor that feeds information into a decision-maker which then regulates the output, or behavior, up or down. Since 1751, when Robert Whytt (pronounced White) clearly described the pupillary reflex (light in the eye, pupil gets smaller) biologists have conceived organisms to be ‚machines‘ wherein the motor output can be controlled by the sensory input through a central processor whose rules of operation would be fascinating to know. When Norbert Wiener [sic!] invented the word cybernetics in order to reify his idea, only the word, not the idea, was new to these biologists. Whether the intellectual ferment generated by Wiener’s [sic!] new word has made much difference to biologists as they make experiments upon their system is debatable. His word, however, has generated a lot of thinking, talking and writing, by non- and quasi-biologists. [R.G.]“

„CYBERNETICS. It is demonstrated that information flow in scientific or aesthetic inquiry can be modelled via conceptual communication and conscious cognitive control of information. In *The Human Use of Human Beings*, Norbert Wiener defines ‚cybernetics‘ as ‚the science of communication and control‘. Traditionally, conceptual modelling of problems in cybernetics have employed an electronic data processing paradigm: for example, neural activity in cognition has been modelled via digital and analog computer perspectives. In problem solving, such an approach is exemplified by Newell Simon’s *Human Problem Solving*. This grasp of cybernetics is too narrow: cybernetics is most generally, an heuristic by which one conceptually notes a problem through parameters of communication (or relation) and control (or effect). The second-order heuristic presented earlier is such a cybernetic model of problem-solving. Information can be input into such a cybernetic heuristic, processed, and subsequently output. Considering cybernetics as a heuristic expands the scope of the ‚science of communication and control‘ to relevantly encompass nearly all epistemological domains. Make cybernetics an heuristic, and apply it to nearly any problem. [D.S.]“

„CYBERNETICS. The science of effective organization or the art of relating things together so that it happens what is desired, in brief, the discipline of human action. Cybernetic notions and products are designed to satisfy human needs and expectations from where it draws its source and inspiration. As a science Cybernetics belongs to the more inclusive domain of a Science of Organization at large. (Thus there is no Cybernetics of a cell; there is cell organization from where cybernetic notions can draw). [F.V.]“

Unterschiedlicher könnten diese vier Definitionsversuche – bei aller Konvergenz – kaum sein. Der älteste der vier Autoren, S. B. (Stafford Beer), liefert die zugleich konventionellste und breiteste Definition, die damals schon historische Dimension mit einbeziehend. Die drei anderen Definitionen weisen in irgendeiner Weise Dissonanz auf. R.G. (Robert Galambos) spottet über den Kybernetik-Hype, indem er auf die Errungenschaften des 18. Jahrhunderts verweist. Er verwehrt sich außerdem gegen den laienhaften Gebrauch von Konzepten der Kybernetik in der Biologie. D.S. (Derek Schultz), offenbar inspiriert von Heinz von Foersters Heuristik-Kursen an der *University of Illinois*, kritisiert einerseits das Forschungsprogramm der *Artificial Intelligence* und offeriert andererseits das Zukunftsprogramm der Kybernetik zweiter Ordnung: Mache aus der Kybernetik eine Heuristik und verwende sie für fast jedes Problem. F.V. (Francisco Varela) schließlich liefert die kürzeste Definition. Auch Varela agiert vor seinem Hintergrund, seinen Arbeiten zu Biologie und lebenden Systemen.<sup>28</sup> Ganz konstruktivistisch versteht er Kybernetik als eine Beobachterkategorie, mit deren Hilfe menschlichen und gesellschaftlichen Bedürfnissen entsprochen werden kann.

Fassen wir zusammen: Mitte der 1970er Jahre stand Kybernetik nicht nur zur Disposition, weil die Forschungsmittel fehlten, sie stand auch intellektuell zur Disposition: Altes und Neues wurde gegeneinander abgewogen, sowohl Einengungen als auch Expansionen des Feldes schienen denkbar.

Selbstverständlich bringt Heinz von Foerster in *Cybernetics of Cybernetics* auch drei bedeutende Autoritäten zum Abdruck: Einen Artikel Norbert Wieners aus dem *Scientific American*, das erste Kapitel aus Gordon Pasks *An Approach* und das erste Kapitel von Ross Ashbys *Introduction*. Er versieht allerdings Wieners wieder abgedruckten Artikel *Cybernetics* von 1948 mit einem eigenen kommentierenden Vorwort. Dort heißt es unter anderem:

„It is here where Norbert Wiener’s deeply felt humane concern becomes most clearly articulated. More than half of this article is devoted to an attempt of utilizing his new insights for the betterment of the fate of the sensory deprived and the mentally disordered. While many of his theorized parallelisms between malfunctions of machines and brains did not survive the experimental scrutiny of the last two decades, his important distinction between functional and anatomical anomalies is a fruitful concept in today’s psychotherapy.“<sup>29</sup>

Foerster legt es offenkundig darauf an, den damals bereits verstorbenen Norbert Wiener zu historisieren, und er tut dies auf äußerst respektvolle Weise. Zugleich spiegelt die weitere, umfassende Definitionsarbeit, die in *Cybernetics of Cybernetics* durch zahlreiche Autorinnen und Autoren geleistet wird, die Ausweitung des Feldes

und die forcierte Wende ins Soziale und Gesellschaftliche. Dem Professor für Elektrotechnik und Biophysik Heinz von Foerster war es kurz vor seiner Pensionierung, die nicht frei von Konflikten und persönlichen Enttäuschungen verlief,<sup>30</sup> wichtig, das soziale, gesellschaftlich-revolutionäre Potenzial dessen hervorzuheben, was er selbst als wissenschaftlich-technische Revolution erlebt und mitgestaltet hatte.

Neben Norbert Wieners *Cybernetics* gewann ein weiteres Buch, das seinem unmittelbaren Umfeld entsprang und ein Jahr nach *Cybernetics* publiziert wurde, großen Einfluss auf die Entwicklung der Kybernetik und weit darüber hinaus: *The Mathematical Theory of Communication*, von Claude Shannon und Warren Weaver.<sup>31</sup> Trotz bestimmter Limitierungen, die von Kybernetikern wie Donald M. MacKay oder Gordon Pask in verschiedener Weise diskutiert wurden,<sup>32</sup> und trotz des irreführenden Titels erwies sich Shannons Grundidee, Signaltransmission als einen prinzipiell entropischen Prozess anzusehen, als ungewöhnlich erfolgreich, nicht zuletzt wegen ihrer technischen Brauchbarkeit.

Im Kern aber – und darauf haben schon Heinz von Foerster als Teilnehmer oder beispielsweise Heims und Pias als Wissenschaftshistoriker hingewiesen – bleibt die Entwicklung der Kybernetik die Leistung der gesamten Gruppe der Macy-Konferenzteilnehmer/innen.<sup>33</sup> Das Ende der Macy-Konferenzen, die zehnte Konferenz fand 1953 statt, bedeutete zwar nicht das Ende der Entwicklung der Kybernetik. Es markierte aber wohl bereits den Beginn eines Prozesses der Ausdifferenzierung. Die Automatentheorie<sup>34</sup> und die ersten eigenständigen Konzepte der *Artificial Intelligence*-Forschung, die sich später gegen die Kybernetik wenden und als scharfer Konkurrent um Forschungsmittel auftreten sollte, etablierten sich etwa um die Mitte der 1950er Jahre.<sup>35</sup> Zuvor schon war die Allgemeine Systemtheorie (*General System Theory*)<sup>36</sup> aufgetreten, mitunter auch mit dem Anspruch, die übergeordnete Wissensdomäne zu bilden.<sup>37</sup> Keine besonders engen Kontakte bestanden zwischen *Operational Research*, die sich seit den späten 1930er Jahren eigenständig entwickelt hatte,<sup>38</sup> und Kybernetik; als maßgebliche Brückenbauer fungierten hier aber Stafford Beer<sup>39</sup> und Russel L. Ackoff.<sup>40</sup> Die sich ebenfalls unter dem Primat der technischen Anwendung ausdifferenzierenden *Computer Sciences* (im deutschsprachigen Raum setzte sich dafür der Begriff ‚Informatik‘ durch) verloren rasch den Kontakt zur Tradition der Kybernetik.

In den Vereinigten Staaten trat als Zentrum der kybernetischen Forschung neben das *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) und die *University of Chicago* das von Heinz von Foerster gegründete und geleitete *Biological Computer Laboratory* (BCL).<sup>41</sup> Während am MIT die Präzeptoren der Kybernetik, Norbert Wiener und Warren S. McCulloch, ihre Labors betrieben, aber mittlerweile die Kooperation weitgehend eingestellt hatten,<sup>42</sup> erweiterte Heinz von Foerster die Perspektive der amerikanischen Kybernetik insofern, als er zwei englische Kybernetiker an sein



Labor band: W. Ross Ashby und den jüngeren Gordon Pask. Die Tradition der englischen Kybernetik inklinierte stärker als die US-amerikanische zum Experiment mit analogen (statt digitalen) Maschinen.<sup>43</sup> Eine substanzielle Perspektivenerweiterung am BCL ging auch mit der Berufung des deutschen Philosophen Gotthard Günther oder der Assoziierung des chilenischen Biologen Humberto Maturana, der zuvor schon am Labor von Warren McCulloch gearbeitet hatte,<sup>44</sup> einher. Unter den verschiedenen Institutionen scheint rückblickend das BCL am ehesten eine kreative Arbeitsatmosphäre erzeugt zu haben, die es erlaubte, Kybernetik für weitere Denkbewegungen zu öffnen und anschlussfähig zu machen. *Second order cybernetics* wurde vor allem am BCL forciert.<sup>45</sup> Es öffnete sich ab den späten 1960er Jahren der Systemwissenschaft ebenso wie konstruktivistischen Positionen, was 1973 in der Ausarbeitung eines Foersterschen Konstruktivismus münden sollte.<sup>46</sup>

## Eigen-Geschichte der Kybernetik

Viel von dem, was sich lange Zeit als die Geschichte der Kybernetik darstellte, war Eigen-Geschichte. Rückblicke und Erinnerungen verdienter Forscher prägten das Bild. Den Anfang machte Norbert Wiens *Cybernetics*. Immerhin gibt das erste Kapitel dieses Buches einen relativ genauen Rückblick auf die Entwicklung des Wissensfeldes in den davor liegenden acht Jahren. Ein weiteres zentrales Ego-Dokument sehen wir in Wiens Autobiographie *I am a mathematician*.<sup>47</sup> Auch Warren McCulloch schrieb eine Reihe von Artikeln, die sich mit der Geschichte der Kybernetik, manchmal als Teil seiner eigenen Biographie, beschäftigen. Besonders wichtig erscheint der Rückblick *Recollections of the many sources of cybernetics*.<sup>48</sup> Manche der McCullochschen Artikel nehmen die Form des historisch inspirierten Reiseberichts an.<sup>49</sup>

Heinz von Foerster, der als Teilnehmer der Macy-Konferenzen am längsten überlebte und davon erzählen konnte, nutzte seine Position auch am engagiertesten dazu, die Tradition der Kybernetik in Erinnerung zu rufen.<sup>50</sup> Seine Darstellungen und Selbstdarstellungen – oft anekdotenreich – gehören zu den zentralen Dokumenten der Geschichte der Kybernetik. Foerster schrieb derartige Dokumente aus eigenem Impetus. Er wurde allerdings auch von Interviewpartnern aufgefordert, Auskunft zu geben und Darstellungen zu liefern.<sup>51</sup>

Von Stafford Beer gibt es eine Reihe von Berichten über seine Aktivitäten als Kybernetiker. Herausragend sind seine Bemerkungen über eine USA-Reise 1960, die seine eigenen Lernprozesse in Tagebuchform spiegeln.<sup>52</sup> Diese Bemerkungen haben eine interessante Entsprechung in den Aufzeichnungen Warren McCullochs über eine Europareise nur kurze Zeit zuvor.<sup>53</sup> In anderen Texten beschrieb Beer seine

Erfahrungen in Chile, als er für die Regierung Allende dabei war, eine kybernetisch organisierte Nationalwirtschaft aufzubauen.<sup>54</sup> Der radikale Ansatz und das spektakuläre Scheitern dieses Unternehmens durch den gewaltsamen Zugriff Pinochets fordern bis heute Stellungnahmen und Forschungsarbeit heraus. Darüber hinaus sprach auch Beer über seine Beziehungen zum BCL.<sup>55</sup>

Gordon Pask hinterließ uns einige bedeutende Ego-Dokumente. Darunter fällt sein Beitrag zur Heinz von Foerster-Festschrift der Zeitschrift *Systems Research* aus dem Jahr 1993.<sup>56</sup> In diesem Artikel stellt Pask seine Freundschaft und die intellektuelle Beziehung zu seinem Förderer Heinz von Foerster dar und beschreibt seine Version der *Interaction of Actors Theory*.

Ernst von Glasersfeld verfasste mehrere bedeutende biographische Dokumente. Seine unlängst erschienene Autobiographie<sup>57</sup> stellt nur einen (vorläufigen) Abschluss einer Serie dar. Schon sein Artikel *Why I am a Cybernetician*, gehalten vor einer Konferenz der *American Society for Cybernetics*, gibt uns wichtige Einblicke in die Entwicklungen in Italien.<sup>58</sup> Die Doppel-Thematisierung der Entstehung des Radikalen Konstruktivismus durch Glasersfeld und Foerster enthält weitere zentrale Informationen.<sup>59</sup>

Franz Reichle ist der Autor des Dokumentarfilms *Montegrando* über den früh verstorbenen Kybernetiker Francisco Varela.<sup>60</sup> In diesem Film, noch mehr im ergänzenden Material der DVD-Edition, kommen Varela selbst, wie auch Personen aus seinem privaten und wissenschaftlichen Umfeld ausführlich zu Wort.

Ein zentrales Dokument im Sinn einer intellektuellen Geschichte Humberto R. Maturanas ist jenes umfangreiche Interview, das von Volker Riegas und Christian Vetter gemacht wurde.<sup>61</sup> Maturana äußerte sich über die Entstehungsgeschichte der Autopoiesis im Sinn einer von ihm offenbar intendierten Lösung eines Prioritätenstreits.<sup>62</sup> Er gab zusätzlich auch Auskunft über sein Leben und Denken,<sup>63</sup> und auch über seine Erfahrungen mit dem BCL.<sup>64</sup> Sein Buch *Was ist Erkennen?* enthält Elemente einer intellektuellen Autobiographie.<sup>65</sup>

Gotthard Günther, der sich mit der philosophischen Fundierung der Kybernetik nachdrücklich beschäftigte, lieferte eine Selbstdarstellung für das deutsche philosophienahe Publikum.<sup>66</sup> Auch Fragmente eines Oral History Interviews wurden publiziert.<sup>67</sup>

Die Liste der BCL-nahen Forscher ließe sich mit Alfred Inselberg, Paul Weston, Robert Martin und Stuart Uempleby fortsetzen.<sup>68</sup> Über Margaret Mead und Gregory Bateson schrieb deren Tochter Mary Catherine Bateson ein erhellendes Buch.<sup>69</sup> Weiteres Material enthält *Angels Fear*.<sup>70</sup> Eine besonders faszinierende Arbeit liegt uns auch mit den beiden Bänden der bedeutenden britischen Kognitionsforscherin und *Artificial Intelligence*-Forscherin Margaret A. Boden vor.<sup>71</sup> Sie verfügt über reiche eigene Erfahrungen und frühe Erinnerungen, die sie in ihre monumentale Darstel-

lung einbringt. Zugleich ist ihr Werk eine gültige wissenschaftshistorische Arbeit, in der *Artificial Intelligence*-Forschung breit gefasst wird. Das heißt nicht, dass Bodens Darstellung keine blinden Flecken hätte: Das BCL und Heinz von Foerster werden auf 1.631 Seiten nicht erwähnt.

## Zur Historiographie der Kybernetik

Kybernetik ist aber nicht nur Thema von Eigen-Geschichte(n), sondern in den letzten Jahren auch Gegenstand kultur- und sozialwissenschaftlicher Forschung. Hier besteht allerdings die Tendenz, Kybernetik vornehmlich als Kriegs- und Nachkriegswissenschaft anzusehen, speziell im deutschsprachigen Raum. Wie ist es zu dieser eher stigmatisierenden Sicht gekommen? Den Anfang machte wohl Peter Galisons Artikel über Norbert Wiener, der die Überschrift *The Ontology of the Enemy* trug.<sup>72</sup> Dieser Artikel beschäftigt sich besonders mit einem bis dahin weniger hervorgehobenen oder betonten Entstehungskontext der Kybernetik, nämlich Norbert Wieners Bemühungen um die Verbesserung der Flugabwehr gegenüber den nationalsozialistischen Aggressoren. Der Autor der *Ontology of the Enemy* lässt allerdings die damit verbundene Besonderheit des Europa erobernden und die europäischen Juden vernichtenden NS-Staates aufgehen in einer allgemeinen Kategorie Feind, die er zudem ontologisiert. In den Forschungen zum *Anti-Aircraft Predictor* dachte Norbert Wiener wohl zum ersten Mal an die Prinzipien des *feedback*, wenngleich deren Ausarbeitung und Publikation in einem anderen Kontext erfolgten.<sup>73</sup> Keineswegs ist es aber so, dass dieser Teil des Entstehungskontextes der Kybernetik unbekannt gewesen wäre. Er wird in *Cybernetics* selbst erwähnt, und auch der Biograph Norbert Wieners und John von Neumanns, Steve J. Heims, hat darauf hingewiesen.<sup>74</sup> Selbst der Herausgeber der gesammelten Schriften Norbert Wieners hat diesem Zusammenhang ein kommentierendes Kapitel gewidmet.<sup>75</sup> Nicht erst das Kriegsende ließ Norbert Wiener skeptisch gegenüber militärischen Auftraggebern werden, wie Galison schließlich auch einräumt. Nach Kriegsende wandte sich Wiener an ein breites Publikum von Laien, um seine Position als Gegner von Militär und Krieg zu demonstrieren. Unter dem Titel *A Scientist Rebels* veröffentlichte er in der Zeitschrift *Atlantic Monthly* Anfang 1947, noch vor Erscheinen von *Cybernetics*, eine deutliche Warnung vor dem und einen heftigen Widerspruch gegen den Gebrauch seiner wissenschaftlichen Einsichten im schon begonnenen Wettrüsten.<sup>76</sup> Wiener ging dabei so weit, eine seiner Arbeiten, von der er meinte, sie wäre militärisch verwertbar, nach einer Anfrage eines Kollegen, der bei Boeing arbeitete, nicht zu versenden.<sup>77</sup> Die Kybernetik als solche mehr oder minder von der Kategorie Feind

abhängig zu machen, sie als Kriegswissenschaft zu etikettieren, ja sie derart eng an die Person Wieners zu binden, wie Galison dies tut, erscheint mir nicht haltbar.

Galison meint unter anderem: „Symbols matter: it counted for a great deal in the reception of cybernetics that its war application were lethal, or potentially so.“<sup>78</sup> Würde man dergleichen auch – beispielsweise – über einen besonders elaborierten Motor sagen, der auch in ein Militärfahrzeug eingebaut werden kann, um seine tödliche Wirkung unter Umständen zu erhöhen? Wenig später heißt es bei Galison:

„Would cybernetics, information theory, and ‚systems thinking‘ have proofed such a central and enduring metaphor without combat? [...] I doubt it.“<sup>79</sup>

„In general, the cultural meaning of concepts or practices, I would argue, is indissolubly tied to their genealogy. To understand the specific cultural meaning of the cybernetic devices it is necessary to trace them back to the wartime vision of the pilot-as-servomechanism.“<sup>80</sup>

Mit möglicherweise besseren Gründen könnte man behaupten, die kulturelle Bedeutung der Kybernetik und ihrer vielfältigen *devices* (noch mehr ihrer Konzepte) wird mit ihrer langen Geschichte in fataler Weise einseitig verstanden, biegt man sie ständig auf den Krieg zurück.

Galisons Artikel wurde unter anderem ins Deutsche übersetzt und von Michael Hagner in ein populäres Textbuch zur Wissenschaftsgeschichte aufgenommen.<sup>81</sup> Galisons Artikel zählt sehr wahrscheinlich zu den im Kontext der Geschichte der Kybernetik weltweit am häufigsten zitierten. Hagner selbst machte sich Galisons Sicht zu eigen,<sup>82</sup> nicht ohne sie allerdings manchmal ein wenig zu relativieren.<sup>83</sup>

Galisons These von der Kriegswissenschaft Kybernetik wurde häufig übernommen und mitunter weiter zugespitzt. Dies gilt für einige Beiträge im Begleitband zur Re-Edition der Macy-Conference-Bände<sup>84</sup> ebenso wie für weitere Literatur.<sup>85</sup> Ein weiterer, stereotyp gewordener Modus der Beschreibung der Kybernetik geht dahin, sie als regulierend und kontrollierend im Sinne der Ausübung von Zwang, Herrschaft und Kontrolle zu etikettieren. Wenigstens wolle sie aber Informationen über den Feind gewinnen und prozessieren. Ich bin im Übrigen sicher, dass sich für all diese Behauptungen irgendwelche Einzelbelege finden lassen. Diese jetzt gängige Form der Generalisierung halte ich aber für falsch und irreführend.

Derzeit wird die Tradition der Kybernetik des angloamerikanischen Raumes am häufigsten historiographisch dargestellt und rezipiert. Einigermaßen klar ist ja der Ausgangspunkt des Terminus Kybernetik: Es war das Büro Norbert Wieners im MIT. Die Verbreitung des Terminus und der (darüber hinausreichenden) Idee über die Vereinigten Staaten hinaus dürfen wir uns als eine durchaus komplizierte Geschichte vorstellen. Der Wissenschaftssoziologe Andrew Pickering erwarb sich besondere Verdienste um die Situation in Großbritannien und die Thematisierung

der Arbeiten von W. Grey Walter, W. Ross Ashby, Stafford Beer und Gordon Pask.<sup>86</sup> Pickering ging dazu über, die britische Kybernetik als „non-modern“ darzustellen,<sup>87</sup> was unter verschiedenen Gesichtspunkten diskussionswürdig erscheint.

Jerome Segal verdanken wir die Aufarbeitung der problematischen und gebrochenen Geschichte der Kybernetik in der DDR.<sup>88</sup> Deren Protagonist Georg Klaus und dessen besondere Rolle stehen dabei im Vordergrund. Segal ist auch Verfasser einer umfassenden Schrift zur Entwicklung der binären Notationsweise, ein Problem, das mit der Geschichte der Kybernetik eng verbunden ist.

So bedeutend Kybernetik in der UdSSR und in den Warschauer Pakt-Staaten gewesen sein mag, umfangreichere Darstellungen scheinen noch auszustehen. Eine Ausnahme bildet Slava Gerovitchs Buch *From Newspeak to Cyberspeak*.<sup>89</sup>

Die westdeutsche Geschichte der Kybernetik hat überraschenderweise einen hohen Anteil an Publikationen, die sich auf Kunstaspekte, vor allem rund um Max Bense, konzentrieren. Es erscheint mir jedenfalls sinnvoll, Kybernetik im Kontext ihrer nationalen Wissenschaftskulturen weiter zu erforschen. Auf dieser Basis sind auch Vergleiche möglich.<sup>90</sup> Für viele Länder fehlen solche Übersichten allerdings. Die internationalen Beziehungen von Kybernetikern sind noch weitgehend unerforscht. Sie könnten mit Netzwerk-Analysen von Tagungsteilnahmen oder mit der Rekonstruktion von Zitiernetzwerken untersucht werden.

## Kybernetik und Emanzipation

Die populär gewordene Einschätzung der Kybernetik als Kriegswissenschaft steht in einem merkwürdigen Widerspruch zu vielen Quellen und zur Selbstwahrnehmung und Selbstpräsentation vieler Protagonisten der Kybernetik. Nicht wenige von ihnen sahen sich selbst als politisch links oder liberal, mitunter gar als anarchistisch. *The Human Use of Human Beings* lässt den ausgeprägten Sinn Norbert Wieners für demokratische Gesellschaftsreform erkennen.<sup>91</sup> Stafford Beers Engagement für den Aufbau einer neuen Wirtschaftsorganisation in Chile kann man trotz der evidenten partizipatorischen Stoßrichtung möglicherweise als „zentralistisch“ kritisieren (wie dies Heinz von Foerster getan hat<sup>92</sup>). Die möglichen positiven Ergebnisse des von ihm geleiteten Experiments konnten nicht lukriert werden. Die vom CIA angeleitete Konterrevolution in Chile unterbrach das im Aufbau befindliche Projekt CYBSYN und brachte seine Mitarbeiter/innen in Lebensgefahr. Beer selbst hat seine Erfahrungen mehrfach dargestellt.<sup>93</sup> Eine neuere und umfangreiche Darstellung liegt vor.<sup>94</sup> Beer beschrieb sich selbst im Jahr 2001, knapp vor seinem Tod, folgendermaßen:

„Politically, I was always left. I was a socialist and I still am. And unfortunately I am disenfranchised, because there isn't anybody to vote for. There is the Neo-Tory party, as I call it, led by Mr. Blair.“<sup>95</sup>

Gordon Pasks Arbeit war von Anfang an auf verschiedenste gesellschaftliche Wirkungen hin gerichtet. Margit Rosen beschreibt die erzieherischen, partizipatorischen und emanzipatorischen Aspekte von Pasks künstlerischen Arbeiten.<sup>96</sup> Probleme des Lernens und des Lehrens sind darin zentral. Dass Pask es vermochte, diese gesellschaftsbezogenen Problemlagen in allgemeine – manchmal sehr abstrakt ausgestaltete – Theorien zu überführen, zeichnet ihn besonders aus. Pasks *Conversation Theory*,<sup>97</sup> und noch mehr die wenig bekannte und auch nicht zur Gänze ausgearbeitete *Interaction of Actors Theory*<sup>98</sup> sind Ergebnisse seiner Bemühungen, Einsichten in bestimmten Bereichen auf andere, gesellschaftlich relevante Domänen zu übertragen.

Die mehreren Kybernetikern eigene Attitüde, naturwissenschaftliche mit sozialwissenschaftlichen Einsichten zu verbinden, kommt bei Heinz von Foerster besonders gut zum Ausdruck. Im Jahr 1974 wird der Pragmatiker Foerster theoretisch, indem er unter der Überschrift *Kybernetik der Kybernetik (Physiologie der Revolution)* Folgendes schreibt:

„Die Existenz von etwas, das ‚Sozialwissenschaften‘ genannt wird, bezeichnet die Zurückweisung, Wissenschaften sozial sein zu lassen. Dies trifft selbstverständlich auch auf die Sozialwissenschaften zu. Die Korrumpierung der Wissenschaft, als ob es sich dabei um eine Aktivität, die in einem sozialen Vakuum stattfindet, handelte, begann mit dem ansteckenden Wahn, das Geschäft der Wissenschaft sei es, zu ‚objektiven Feststellungen‘ zu gelangen, als ob es dergleichen gäbe. Klarerweise werden *subjektive* Feststellungen von *Subjekten* getroffen und, entsprechend, *objektive* Feststellungen von *Objekten* – nur daß diese verdammten Dinge nicht zu sprechen beginnen. Sollte die Wissenschaft wieder fähig sein zu sprechen, dann wäre sie besser sozial. Erinnern wir uns an Gordon Pask (*The Meaning of Cybernetics in the behavioral Sciences*, p. 25):

#### *Nichtsprachliche (taciturne) und sprachorientierte Systeme*

Nichtsprachliche (taciturne) Systeme sind solche, für die ein Beobachter das Ziel (Zweck *im* System) behauptet oder entdeckt, das sonach mit dem Zweck *für* das fragliche System gleichgesetzt wird. Im Gegensatz dazu können sprachorientierte Systeme durch jeden, der die Objektsprache kennt, gebeten oder instruiert werden, ein bestimmtes Ziel zu *übernehmen*, und sie können ihre eigenen Ziele selbst festlegen und beschreiben, indem sie das selbe Medium benutzen. In einem sehr realen Sinn handelt es sich dabei um Systeme mit allgemeinem Zweck (general purpose systems).

An genau diesem Punkt gelangen wir von der Kybernetik (wo der Beobachter nur in das System eintritt, indem er dessen Zweck festlegt (stipuliert)) zur Kybernetik der Kybernetik (wo der Beobachter in das System eintritt, indem er seinen eigenen Zweck festlegt).<sup>699</sup>

Foersters radikale Aussage zu den Sozialwissenschaften steht in einer guten Tradition des eigenen Werks. Ein besonders eindrucksvolles Beispiel besteht in den rund um 1960 geschriebenen Arbeiten zum Domsday-Problem.<sup>100</sup> Ausgehend von Problemen der Zellteilung in bestimmten Zellkulturen<sup>101</sup> beschäftigte sich Foerster mit Problemen der Demographie: Der rein rechnerische Schluss, am 13. November dieses oder jenes Jahres in den 2020er Jahren würde die Anzahl von Menschen auf der Erde unendlich werden, hatte die Folge eines mittleren Skandals (wenngleich die seither erhobenen Daten dem Provokateur lange Zeit recht gegeben haben<sup>102</sup>). Foerster bezog sich aber auch auf Probleme der Steuergerechtigkeit,<sup>103</sup> der Philanthropie, der Situation öffentlicher Bibliotheken,<sup>104</sup> der Verantwortung der Wissenschaften für die Gesellschaft und vieles andere mehr.

Dies sind aber bloß einige Beispiele für Möglichkeiten, Kybernetik für gesellschaftliche Makro-Analysen zu nutzen. Wichtige Äußerungen dazu sind: „When A is better off, B is better off.“ Dieser Satz, in seiner ganzen Simplizität, negiert in großer Radikalität all jene Muster des Nullsummenspiels, wie es als eines unter vielen Patterns von John von Neumann und Morgenstern kreiert worden war. Das von Heinz von Foerster vorgebrachte (ins Spiel gebrachte) Nicht-Nullsummenspiel erscheint als eine Option gerade in Zeiten, in denen sich viele als Verlierer wahrnehmen. Auch weitere Male hat von Foerster seine *bottom-up* Sichtweisen ins Spiel gebracht. Seine Überlegungen, wie man vom Ein-Hirn-Problem zum Zwei-Hirn-Problem und zum „All-Hirn“-Problem gelangen könne, mit der Intention, das letztere als Menschheits-Problem zu begreifen, verdient unsere Beachtung.<sup>105</sup>

Mit diesen Arbeiten, vor allem aber mit dem schon erwähnten, 1974 erstmals erschienenen Buch *Cybernetics of Cybernetics* gab sich Heinz von Foerster als ein Brückenbauer zu erkennen – zwischen Kybernetik, Systemtheorien und Konstruktivismus. Dieser Brückenbau wäre kaum möglich gewesen ohne die in die 1960er Jahre zurückreichenden Bemühungen von Rowena Swanson. Swansons Name taucht in den Erinnerungen vieler in der zweiten Hälfte der 1960er Jahre beteiligter Akteure auf. Von der Forschung wurde das Engagement Swansons, Kybernetik in Richtung Kognitivismus und Konstruktivismus zu akzentuieren und damit neu zu bestimmen, bisher kaum gewürdigt. Rowena Swansons Status und Bedeutung sollte nicht unterschätzt werden, sie „monitored our team“, schreibt etwa Ernst von Glasersfeld.<sup>106</sup> Zu den von Swanson favorisierten Ideen zählte unter anderem eine Konzentration all dessen, was später *Second Order Cybernetics* genannt werden sollte, an

einer neuen Forschungsstätte in Georgia. Die von Stuart Umpleby beschriebenen Änderungen der Rahmenbedingungen der Forschungsfinanzierung in den Vereinigten Staaten erklären recht gut, warum dieses und andere Projekte scheiterten.<sup>107</sup> Dass dieses Scheitern traumatische Aspekte hatte, bezeugen beispielsweise Ernst von Glasersfeld<sup>108</sup> oder der Briefwechsel Gotthard Günthers.<sup>109</sup>

Dieser kurze Streifzug zu den emanzipatorischen Tendenzen in der Kybernetik und bei ihren Vertreter/innen könnte uns vielleicht mit der Idee vertraut machen, dass es sich weniger um eine Kriegswissenschaft handelt als um einen Denkstil, dem oftmals ein Sich-nicht-Fügen, ein Non-Konformismus entspricht.

\* \* \*

Geschichte der Kybernetik kann weiter als offenes und vielversprechendes Forschungsfeld gelten. Neben den schon erwähnten Aspekten der Einbettung in nationale und internationale Wissenschaftskulturen sind viele Fragen weiterhin offen. Fragen der Biographien der Kybernetiker/innen, Fragen der (oft prekären) Institutionalisierung- und Institutionengeschichte, Fragen der Auftraggeberschaft und des Sponsorings von kybernetischer Forschung, Fragen des kybernetischen Diskurses und seiner Rezeption in anderen Wissensfeldern, Fragen der populären Wahrnehmung der Kybernetik, Fragen der spezifisch kybernetischen Experimentalkultur, Fragen einer kybernetischen Epistemologie, usw. Die Liste der offenen Fragen kann gewiss noch verlängert werden.

Material, sich diesen Fragen empirisch zu nähern, ist in großem Umfang vorhanden. Zunächst aber muss einiges an Sicherungs- und Ordnungsarbeit durchgeführt werden. Geradezu vorbildhaft erscheint mir, um ein rezentes Beispiel anzuführen, die Präsentation des Forschungstagebuchs von W. Ross Ashby. Vor der Übergabe des vielbändigen Originals an die *British Library* hatte es der Enkel Michael Ashby unternommen, dieses umfangreiche Material digital zu erfassen und mit einem detaillierten Register zu versehen. Seit 2008 ist diese Quelle öffentlich verfügbar (<http://www.rossashby.info/>).

In Wien, um ein weiteres Beispiel zu nennen, konnten in den letzten Jahren wichtige Forschungsressourcen aufgebaut werden. Den Kern bilden dabei der Teilnachlass Heinz von Foerstern<sup>110</sup> und der wissenschaftliche Nachlass Gordon Pask.<sup>111</sup> Das Archiv der *American Society of Cybernetics* wird in absehbarer Zeit hinzukommen. Die Ergänzung durch weitere Materialien ist vorgesehen. Unter [www.univie.ac.at/aoc](http://www.univie.ac.at/aoc) werden sukzessive verschiedene Materialien publiziert.

Bei allen Bemühungen um eine Geschichte der Kybernetik sollte deren Gegenwart nicht vergessen werden. Trotz der verbreiteten Meinung, Kybernetik wäre rund



um 1970 mehr oder minder untergegangen, besteht sie weiter und bildet ein äußerst vielfältiges und interessantes Wissens- und Forschungsfeld. Ein deutliches Zeichen dafür sind – neben weit verbreiteten Ansätzen, Kybernetik für Management, Beratung oder Therapie ‚anzuwenden‘ – unter anderem gegenwärtige Versuche, das Potenzial der kybernetischen Tradition neu zu beschreiben und für das 21. Jahrhundert neu einzurichten.<sup>112</sup>

## Anmerkungen

- 1 Ranulph Glanville, All the 8's, in: ders. u. Albert Müller, Hg., Pask Present. An exhibition of art and design inspired by the work of Gordon Pask (28 June 1928 to 28 March 1996), cybernetician and artist, Wien 2008, 83–98.
- 2 An der University of Illinois, Urbana, veranstaltete die American Society for Cybernetics eine Konferenz anlässlich des 50. Jahres seit der Gründung des Biological Computer Laboratory. Die Deutsche Gesellschaft für Kybernetik gedachte anlässlich ihrer Jahrestagung des Erscheinens von Norbert Wiens Buch Cybernetics. Die Heinz von Foerster-Gesellschaft organisierte in Zusammenarbeit mit vor allem britischen Künstlerinnen und Künstlern eine Ausstellung, die sich von der kybernetischen Kunst der 1950er und 1960er Jahre inspirieren ließ, worauf auch die von Jasia Reichardt 1968 organisierte Ausstellung Cybernetic Serendipity Bezug nahm. Vgl. Glanville u. Müller, Pask Present; weiters Jasia Reichardt, Hg., Cybernetic Serendipity. The computer and the arts, a Studio International special issue, London/New York 1968.
- 3 Michael Hagner u. Erich Hörl, Hg., Die Transformation des Humanen. Beiträge zur Kulturgeschichte der Kybernetik, Frankfurt am Main 2008 (bei Suhrkamp); Andrew Pickering, Kybernetik und neue Ontologien, Berlin 2007 (bei Merve); Tiqqun, Kybernetik und Revolte, Zürich/Berlin 2007 (bei diaphanes). Bei letzterem handelt es sich allerdings um eine paranoid anmutende Polemik. Immerhin wird hier – sinngemäß – geäußert, Kybernetik hätte sich des modernen Kapitalismus bemächtigt und würde nun die Welt regieren.
- 4 Donna J. Haraway, Simians, Cyborgs, and Women. The Reinvention of Nature, New York 1991.
- 5 Bowker sprach vom universalen Anspruch der Kybernetik. Geof Bowker, How to Be Universal: Some Cybernetic Strategies, 1943–70 Source, in: Social Studies of Science 23 (1993), 107–127.
- 6 Stefan Rieger, Kybernetische Anthropologie. Eine Geschichte der Virtualität, Frankfurt am Main 2003.
- 7 John Brockman, The third culture [scientists on the edge], New York 1995.
- 8 Steve Joshua Heims, Constructing a Social Science for Postwar America. The Cybernetics Group, 1946–1953, Cambridge/MA u. London 1993.
- 9 Heinz von Foerster, Hg., Cybernetics. Circular Causal and Feedback Mechanisms in Biological and Social Systems. Transactions of the Sixth Conference, New York 1950; Heinz von Foerster, Margaret Mead u. Hans Lukas Teuber, Hg., Cybernetics. Circular Causal and Feedback Mechanisms in Biological and Social Systems. Transactions of the Seventh Conference, New York 1951; dies., Hg., Cybernetics. Circular Causal and Feedback Mechanisms in Biological and Social Systems. Transactions of the Eighth Conference, New York 1952; dies., Hg., Cybernetics. Transactions of the Ninth Conference, New York 1953; dies., Hg., Cybernetics. Circular Causal and Feedback Mechanisms in Biological and Social Systems. Transactions of the Tenth Conference, New York 1955.
- 10 Ich selbst benutzte jahrelang eine private Photokopie.
- 11 Claus Pias, Hg., Cybernetics / Kybernetik. The Macy-Conferences 1946–1953, Bd. I Transactions / Protokolle, Zürich u. Berlin 2003; ders., Hg., Cybernetics / Kybernetik. The Macy-Conferences 1946–1953, Bd. II Essays and Documents / Essays und Dokumente, Zürich u. Berlin 2004.
- 12 Claus Pias, Zeit der Kybernetik – Eine Einstimmung, in: ders., Hg., Cybernetics, Bd. 2, 9–41.
- 13 So auch Pias, Cybernetics, Bd. 2, der hier beide Texte wieder veröffentlichte.

- 14 Arturo Rosenblueth, Norbert Wiener u. Julian Bigelow, Behavior, Purpose and Teleology, in: *Philosophy of Science* 10 (1943), 18–24.
- 15 Vgl. David A. Mindell, Opening Black's Box. Rethinking Feedback's Myth of Origin, in: *Technology and Culture* 41 (2000), 405–434; siehe auch ders., *Between Human and Machine: Feedback, Control, and Computing before Cybernetics*, Baltimore 2002.
- 16 Peter Galison, The Ontology of the Enemy: Norbert Wiener and the Cybernetic Vision, in: *Critical Inquiry* 21 (1994), 228–266, bes. 245 ff.
- 17 Warren S. McCulloch u. Walter Pitts, A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity, in: *Bulletin of Mathematical Biophysics* 5 (1943), 115–133.
- 18 Peter Asaro, in diesem Band.
- 19 Lloyd A. Jeffress, Hg., *Cerebral Mechanisms in Behavior. The Hixon Symposion*, New York 1951 (repr. New York u. London 1967).
- 20 Norbert Wiener, *Cybernetics or control and communication in the animal and the machine*, New York 1948.
- 21 Eine genaue Auseinandersetzung mit dieser Schrift und ihren Kontexten sowie ihrer Rezeption finden wir bei Otto Mayr, Maxwell and the Origins of Cybernetics, in: *Isis* 62/4 (1971), 425–444.
- 22 Ce n'est donc qu'après toutes les sciences qui s'occupent de ces divers objets qu'on doit placer celle dont il est ici question et que je nomme *Cybernétique*, du mot κυβερναιτική, qui, pris d'abord, dans une acception restreinte, pour l'art de gouverner un vaisseau, reçut de l'usage, chez les Grecs même, la signification, tout autrement étendue, de *l'art de gouverner en général*. André-Marie Ampère, *Essai sur la Philosophie des Sciences. Seconde Partie*, Paris 1843, 141. Ampère ordnet Cybernétique ein unter: „Sciences du troisième ordre relatives aux moyens par lesquels les gouvernements veulent à la sûreté extérieure des états et font régner dans leur sein l'ordre la paix.“ Neben cybernétique finden sich in derselben Klasse ethnologie, diplomatie und théorie du pouvoir.
- 23 W. Ross Ashby, *An Introduction to Cybernetics*, New York 1956. Ashby, dessen didaktisches Geschick kaum zu übertreffen ist, entfernt sich durchaus von Wieners Fassung der Kybernetik und liefert weiterführende, überaus originelle Beiträge.
- 24 Ich folge hier der deutschen Ausgabe: Norbert Wiener, *Kybernetik. Regelung und Nachrichtenübertragung im Lebewesen und in der Maschine*, Düsseldorf u.a. 1992 (Erstausgabe 1963).
- 25 So der Hinweis von Heinz Zemanek, 50 Jahre Kybernetik in Österreich, in: *Elektrotechnik und Informationstechnik* 121/5 (2004), 171–179, hier: 172.
- 26 Gordon Pask, *An Approach to Cybernetics*, New York 1961. Zur Bedeutung dieses Textes vgl. Rannulph Glanville, Lernen ist Interaktion, in: Dirk Baecker, Hg., *Schlüsselwerke der Systemtheorie*, Wiesbaden 2005, 75–94.
- 27 Heinz von Foerster, Hg., *Cybernetics of Cybernetics or The Control of Control and The Communication of Communication*, Urbana 1974 (Second edition, Minneapolis 1995). Die Bescheidenheit des Herausgebers und seine Konsequenz in hochschuldidaktischer Innovation ging 1974 so weit, dass er sich alphabetisch in eine Liste von 45 Personen – die 44 anderen Personen waren Teilnehmerinnen und Teilnehmer am Kurs *Cybernetics of Cybernetics* – einreichte.
- 28 Im gleichen Jahr erschien Francisco Varela, Humberto R. Maturana u. Ricardo Uribe, *Autopoiesis. The organization of living systems, its characterization and a model*, in: *Biosystems* 5 (1974), 187–196.
- 29 Heinz von Foerster, Introduction, in: ders., *Cybernetics*, 5–6, hier 6.
- 30 Albert Müller, The End of the Biological Computer Laboratory, in: Albert Müller u. Karl H. Müller, Hg., *An Unfinished Revolution? Heinz von Foerster and the Biological Computer Laboratory, BCL, 1959–1976*, Wien 2007, 303–321.
- 31 Claude Shannon u. Warren Weaver, *The Mathematical Theory of Communication*, Urbana 1949; voraus ging Claude Shannon, *The mathematical theory of communication*, in: *Bell System technical journal*, July and October (1948).
- 32 Vgl. z. B. Albert Müller, *Cybernetic Contributions to a Theory of Communication: the Case of Donald M. MacKay and Gordon Pask*, in: Robert Trapp, Hg., *Cybernetics and Systems* 2008, Bd. 1, Wien 2008, 121–125.
- 33 Eine Liste findet sich bei Heims, *Constructing*, 285 f.
- 34 Claude E. Shannon u. John McCarthy, Hg., *Automata studies*, Princeton 1956.

- 35 Dieses Problem kann hier nicht umfassend dargelegt werden. Siehe aber Stefano Franchi u. Güven Güzeldere, Hg., *Mechanical bodies, computational minds. Artificial Intelligence from Automata to Cyborgs*, Cambridge/MA 2005.
- 36 Vgl. den Überblick bei Ludwig von Bertalanffy, *General System Theory. Foundation, Development, Applications*, revised edition, New York 1969.
- 37 Vgl. den oben zitierten Text von Stafford Beer.
- 38 Siehe zum Beispiel Wolfgang Pircher, *Markt oder Plan? Zum Verhältnis von Kybernetik und Ökonomie*, in: Pias, *Kybernetik*, Bd. 2, 81–96; ders., *Im Schatten der Kybernetik. Rückkopplung im operativen Einsatz: operational research*, in: Hagner u. Hörl, *Transformation*, 348–376.
- 39 Vgl. nur Stafford Beer, *What has Cybernetics to do with Operational Research*, in: *Operational Research Quarterly* 10 (1959), 1–21; sehr viel ausführlicher ders., *Decision and Control. The meaning of Operational Research and Management Cybernetics*, London, New York u. Sydney 1966.
- 40 Ackoff rezensierte Norbert Wieners *Cybernetics* zu einem frühen Zeitpunkt in: *Philosophy of Science* 16/2 (1949), 159–160.
- 41 Vgl. Albert Müller, *Eine kurze Geschichte des BCL. Heinz von Foerster und das Biological Computer Laboratory*, in: *Österreichische Zeitschrift für Geschichtswissenschaften* 11 (2000), 9–30.
- 42 Vgl. dazu Flo Conway u. Kim Siegelman, *Dark Hero of the Information Age. In Search of Norbert Wiener, the Father of Cybernetics*, New York 2005; vgl. auch die Diskussion um dieses Buch bei Freeman J. Dyson, *The Tragic Tale of a Genius*, in: *The New York Review of Books* 52/12 (14.7.2005); Hope Franklin O'Neill u. Steve Heims, *Knowing Norbert Wiener*, in: ebd. 52/14 (22.9.2005).
- 43 Zur Diskussion über die beiden Termini vgl. Jens Schröter u. Alexander Böhnke, Hg., *Analog / Digital – Opposition oder Kontinuum? Zur Theorie und Geschichte einer Unterscheidung*, Bielefeld 2004.
- 44 Unter anderem an der berühmten Schrift: Jerry Y. Lettvin, Humberto R. Maturana, Warren S. McCulloch u. Walter H. Pitts, *What a Frog's Eye Tells a Frog's Brain*, in: *Proceedings of the IRE* 47/11 (1959), wieder in: Warren S. McCulloch, *Collected Works*, hg. v. Rook McCulloch, Bd. 4, Salinas 1989, 1161–1172.
- 45 Zum intellektuellen Stellenwert der *Second Order Cybernetics* vgl. nun Karl H. Müller, *The BCL – an Unfinished Revolution of an Unfinished Revolution*, in: Müller u. Müller, *Unfinished Revolution*, 407–466.
- 46 Albert Müller, Hg., *Computing a Reality. Heinz von Foerster's Lecture at the A.U.M Conference in 1973*, in: *Constructivist Foundations* 4/1 (2008), 62–69. Eine vollständige Ausarbeitung des Foersterschen Konstruktivismus erfolgte wohl erst am Beginn der 1980er Jahre; vgl. Heinz von Foerster, *The Stanford Lectures on Constructivist Epistemology*, hg. v. Gerhard Grössing u. a., Wien 2005.
- 47 Norbert Wiener, *I am a mathematician. The later life of a prodigy*, Garden City/NY 1956.
- 48 Warren S. McCulloch, *Recollections of the many sources of cybernetics*, in: ders., *Collected Works*, hg. v. Rook McCulloch, Bd. 1, Salinas 1989, 21–49.
- 49 Warren S. McCulloch, *Where is Fancy bred?*, in: ders., *Collected Works*, hg. v. Rook McCulloch, Bd. 4, Salinas 1989, 1211–1224.
- 50 Vgl. z. B. Heinz von Foerster, *Cybernetics*, in: Stuart C. Shapiro, Hg., *Encyclopedia for Artificial Intelligence*, Bd. 1, New York 1987, 225–227; ders. u. Robert Howe, *Cybernetics at Illinois (Part One)*, in: *ASC Forum* 6/3 (1974), 15–17, 1974; dies., *Cybernetics at Illinois (Part Two)*, *ASC Forum* 6/4 (1974), 22–28, 1974.
- 51 In Auswahl: Heinz von Foerster, *Introduction to Natural Magic, as told by Heinz von Foerster to Paul Schroeder*, in: *Systems Research* 10 (1993), 65–79; Heinz von Foerster, *Einführung in die natürliche Magie*, in: ders., *Kybernetik*, Berlin 1993, 7–39; Stefano Franchi, Güven Güzeldere u. Eric Minch, *Interview Heinz von Foerster*, in: *Stanford Humanities Review* 4/2 (1995); Im Goldenen Hecht. *Über Konstruktivismus und Geschichte. Ein Gespräch zwischen Heinz von Foerster, Albert Müller und Karl H. Müller* in: *Österreichische Zeitschrift für Geschichtswissenschaften* 8 (1997), 129–143; *Rück- und Vorschauen. Heinz von Foerster im Gespräch mit Albert Müller und Karl H. Müller*, in: Albert Müller, Karl H. Müller u. Friedrich Stadler, Hg., *Konstruktivismus und Kognitionswissenschaft. Kulturelle Wurzeln und Ergebnisse. Heinz von Foerster gewidmet*, Wien u. New York 1997, 221–234; Heinz von Foerster, *Der Anfang von Himmel und Erde hat keinen Namen. Eine Selbsterschaffung in sieben Tagen*, hg. v. Albert Müller u. Karl H. Müller, Wien 1997 (5. Aufl. Berlin 2008); Heinz von Foerster u. Bernhard Pörksen, *Wahrheit ist die Erfindung eines Lügners, Gespräche für Skeptiker*,

- Heidelberg 1998; Heinz von Foerster u. Ernst von Glasersfeld, *Wie wir uns erfinden. Eine Autobiographie des radikalen Konstruktivismus*, Heidelberg 1999.
- 52 Stafford Beer, *Retrospect – American Diary, 1960*, in: ders., *How many Grapes went into the Wine. Stafford Beer on the Art and Science of Holistic Management*, hg. v. Roger Harnden u. Allenna Leonard, Chichester u. a. 1994, 229–309.
- 53 McCulloch, *Where is Fancy bred?*
- 54 Stafford Beer, *Brain of the Firm*, Chichester u. a., 2. Aufl. 1981, 245 ff.; ders., *Cybernetics of National Development (evolved from work in Chile)*. The Zaheer Foundation Lecture, New Delhi, India, 1974, in: ders., *How many Grapes*, 317–340; ders., *Designing Freedom*, London u. a. 1974, 47 ff.
- 55 Ders., *Interview on Cybernetics*, Heinz von Foerster, the BCL, Warren McCulloch, Norbert Wiener, Ross Ashby and the CIA, in: Müller u. Müller, *Unfinished Revolution*, 53–65.
- 56 Gordon Pask, *Heinz von Foerster's Self Organization, the Progenitor of Conversation and Interaction Theories*, in: *Systems Research* 13 (1996), 349–362.
- 57 Ernst von Glasersfeld, *Unverbindliche Erinnerungen: Skizzen aus einem fernen Leben. Mit einem Nachwort von Josef Mitterer*, Wien 2008; zur Kybernetik siehe bes. 172 ff.
- 58 Ernst von Glasersfeld, *Warum ich mich als Kybernetiker betrachte*, in: ders., *Wege des Wissens. Konstruktivistische Erkundungen durch unser Denken*, Heidelberg 1997, 11–19.
- 59 Heinz von Foerster u. Ernst von Glasersfeld, *Wie wir uns erfinden. Eine Autobiographie des radikalen Konstruktivismus*, Heidelberg 1999.
- 60 Reichle, *Monte Grande*.
- 61 Volker Riegas u. Christian Vetter, *Gespräch mit Humberto R. Maturana*, in: dies., *Zur Biologie der Kognition. Ein Gespräch mit Humberto R. Maturana und Beiträge zur Diskussion seines Werkes*, Frankfurt am Main 1990, 11–90.
- 62 Humberto R. Maturana, *The Origin of the Theory of Autopoietic Systems*, in: Hans Rudi Fischer, Hg., *Autopoiesis. Eine Theorie im Brennpunkt der Kritik*, Heidelberg 1991, 121–123.
- 63 Humberto R. Maturana u. Bernhard Pörksen, *Vom Sein zum Tun. Die Ursprünge der Biologie des Erkennens*, Heidelberg 2002; Humberto Maturana, *Das Erkennen des Erkennens verpflichtet*, in: Bernhard Pörksen, Hg., *Abschied vom Absoluten. Gespräche zum Konstruktivismus*, Heidelberg 2001, 70–111.
- 64 Humberto R. Maturana, *Interview von Heinz von Foerster, Autopoiesis, the BCL and Augusto Pinochet*, in: Müller u. Müller, *Unfinished*, 37–51.
- 65 Humberto Maturana, *Was ist Erkennen?*, München u. Zürich 1994.
- 66 Gotthard Günther, *Selbstdarstellung im Spiegel Amerikas*, in: Ludwig Jakob Pongratz, Hg., *Philosophie in Selbstdarstellungen*, Hamburg 1975, 1–76.
- 67 Gotthard Günther, *Lebenslinien der Subjektivität. Kybernetische Reflexionen*, hg. v. Bernhard Mitterauer u. Klaus Sander, Köln 2000.
- 68 Alle Beiträge in Müller u. Müller, *Unfinished Revolution*.
- 69 Mary Catherine Bateson, *With a daughter's eye. A memoir of Margaret Mead and Gregory Bateson*, New York 1984.
- 70 Gregory Bateson u. Mary Catherine Bateson, *Angels Fear. Towards an Epistemology of the Sacred*, New York 1987.
- 71 Margaret A. Boden, *Mind as machine. A history of Cognitive Science*, 2 Bde., Oxford u. New York 2006.
- 72 Galison, *Ontology*.
- 73 Rosenblueth, Wiener u. Bigelow, *Behavior*.
- 74 Steve Joshua Heims, John von Neumann and Norbert Wiener. *From Mathematics to the Technologies of Life and Death*, Cambridge/MA 1980, 182 ff.
- 75 Pesi Masani u. R.S. Phillips, *Antiaircraft Fire Control and the Emergence of Cybernetics*, in: Norbert Wiener, *Collected Works with Commentaries*, hg. v. Pesi Masani, Cambridge/MA 1985, Bd. 4, 141–179.
- 76 Die der Publikation vorausgehenden Briefe von Norbert Wiener an George E. Forsythe, der für die Boeing Aircraft Company tätig war, wurden 1983 veröffentlicht. Helen Slotkin u. Kathleen Marquis, *From the Archives*, in: *Science, Technology and Human Values* 8/3 (1983) 36–38.
- 77 Ebd.
- 78 Galison, *Ontology* 263.

- 79 Ebd.
- 80 Ebd., 264.
- 81 Peter Galison, Die Ontologie des Feindes. Norbert Wiener und die Vision der Kybernetik, in: Michael Hagner, Hg., Ansichten der Wissenschaftsgeschichte, Frankfurt am Main 2001, 433–485. Die Übersetzung ist nicht frei von Fehlern. „Feedbackmechanismen und kausale Systemkreisläufe in Biologie und Sozialwissenschaften“ lautet die Übersetzung von „circular causal, and feedback mechanisms in biological and social systems“ (Systemkreislauf, das ist tatsächlich nicht mit zirkulärer Kausalität gemeint). Nicht nur die Übersetzung ist stellenweise sehr fehlerhaft, mangelnde Lektorats-Arbeit tut ein Übriges, selbst wenn sie die Unsicherheiten des Übersetzers kenntlich macht: „Autokorrelation von Zeitreihen [habe ich richtig verstanden?]“ (S. 474) oder „abstrakte kausale Schleife [causal loop?]“ (S. 472). Die Abbreviation „C“, die in mehreren Zitaten den Ausweis bildet, wurde in Anmerkung 11 nicht aufgelöst. Statt sich der existierenden deutschen Übersetzung von Cybernetics zu bedienen, erfolgten ohne Begründung davon abweichende Neuübersetzungen.
- 82 Michael Hagner u. Erich Hörl, Überlegungen zu einer kybernetischen Transformation des Humanen, in: dies., Transformation, 7–37. Auf S. 20: „Jede historische Einordnung der Kybernetik kommt nicht um die Frage herum, wie die Transformation von einer Kriegs- zu einer Nachkriegswissenschaft vonstatten ging [...]“
- 83 Siehe z.B. Michael Hagner, Der Geist bei der Arbeit. Historische Untersuchungen zur Hirnforschung, Göttingen 2006, 215.
- 84 Pias, Cybernetics, Bd. 2.
- 85 Ein typisches Beispiel: Martin Meister u. Eric Lettkemann, Vom Flugabwehrgeschütz zum niedlichen Roboter. Zum Wandel des Kooperation stiftenden Universalismus der Kybernetik, in: Jörg Strübing u.a., Hg., Kooperation im Niemandsland. Neue Perspektiven auf Zusammenarbeit von Wissenschaft und Technik, Opladen 2004, 105–136.
- 86 Vgl. nur Andrew Pickering, Mit der Schildkröte gegen die Moderne. Gehirn, Technologie und Unterhaltung bei Grey Walter, in: Henning Schmidgen, Peter Geimer u. Sven Dierig, Hg., Kultur im Experiment, Berlin 2004, 102–119; ders., Cybernetics and the Mangle: Ashby, Beer and Pask, in: Social Studies of Science 32 (2002), 413–437; ders., A Gallery of Monsters: Cybernetics and Self-Organisation, 1940–1970, in: Stefano Franchi u. Güven Güzeldere, Hg., Mechanical Bodies, Computational Minds. Artificial Intelligence from Automata to Cyborgs, Cambridge/MA 2005, 229–245; ders., Beyond design: cybernetics, biological computers and hylozoism, in: Synthese 2009 (online: 19. 12. 2008); ders., The science of the unknowable: Stafford Beer’s cybernetic informatics, in: Kybernetes 33 (2004), 499–521; ders., Kybernetik. Noch nicht erschienen ist das für 2008 angekündigte Buch Sketches of Another Future: Cybernetics in Britain, 1940–2000.
- 87 Pickering, Beyond design.
- 88 Jerome Segal, Kybernetik in der DDR – Begegnung mit der marxistischen Ideologie, in: Dresdner Beiträge zur Geschichte der Technik und der Technikwissenschaften 27 (2001), 47–75; Kybernetik in der DDR – dialektische Beziehungen, in: Pias, Cybernetics, Bd. 2, 227–251.
- 89 Slava Gerovitch, From Newspeak to Cyberspeak: A History of Soviet Cybernetics, Cambridge/MA 2002.
- 90 Jerome Segal, D.A. Mindell u. S. Gerovitch, From Communications Engineering to Communications Science: Cybernetics and information theory in the United States, France, and the Soviet Union, in: Mark Walker, Hg., Science and Ideology. A Comparative History, London u. New York 2003, 66–95.
- 91 Norbert Wiener, The Human Use of Human Beings. Cybernetics and society, London 1950.
- 92 „In der Staffordschen Ökonomie war zu viel an Präorganisation vorhanden, die in seinen Augen fixiert war. Es fehlte die Freiheit, eine Dynamik entstehen zu lassen, die nicht mehr von diesem starren Vorbild kontrolliert wird. Die Kontrolle war zu hoch oben angesiedelt und nicht dort, wo ich sie gerne verankert hätte, nämlich unten bei den Betrieben und den Individuen.“ Foerster, Der Anfang von Himmel und Erde hat keinen Namen, 230.
- 93 Stafford Beer, Designing Freedom, London u. a. 1974.
- 94 Eden Medina, Designing Freedom, Regulating a Nation: Socialist Cybernetics in Allende’s Chile, in: Journal of Latin American Studies 38 (2006), 571–606; Claus Pias, Der Auftrag.
- 95 Beer, Interview, 61.
- 96 Margit Rosen in diesem Band.

- 97 Gordon Pask, *The Cybernetics of Human Learning and Performance*, London 1975; ders., *Conversation, Cognition and Learning. A cybernetic theory and methodology*, Amsterdam/New York 1975; ders., *Conversation Theory, Applications in Education and Epistemology*, Amsterdam/New York 1976.
- 98 Einen instruktiven Überblick bietet Gerard de Zeeuw, *Interaction of actors theory*, in: *Kybernetes* 30 (2001), 971–983.
- 99 Heinz von Foerster, *Verbindungen – Entailment Structures* (übersetzt u. hg. v. Albert Müller), in: Toni Kleinlercher, Hg., *Decodierung:Recodierung (deterritorialisierung:reterritorialisierung)*. Ein Lesebuch, Wien 2000, 168–171, erstmals. 1974 in: von Foerster, *Cybernetics of Cybernetics*.
- 100 Heinz von Foerster, Patricia M. Mora u. Lawrence W. Amiot, *Doomsday*, in: *Science* 133 (1961), 936–946; dies., *Population Density and Growth*, in: ebd., 1931–1937.
- 101 Heinz von Foerster, G. Brecher u. E. Cronkite, *Produktion, Ausreifung und Lebensdauer der Leukozyten*, in: H. Braunsteiner, Hg., *Physiologie und Physiopathologie der weißen Blutzellen*, Stuttgart 1959, 188–214; dies., *Some Remarks on Changing Populations*, in: F. Stohlman Jr., Hg., *The Kinetics of Cellular Proliferation*, New York 1959, 382–407.
- 102 Stuart A. Umpleby, *The Scientific Revolution in Demography*, in: *Population and Environment. A Journal of Interdisciplinary Studies* 11 (1990), 159–174.
- 103 Heinz von Foerster u. Larry Peterson, *Cybernetics of Taxation: The Optimization of Economic Participation*, in: *Journal of Cybernetics* (1971), 5–22.
- 104 Heinz von Foerster, *Technology: What Will It Mean to Librarians?*, in: *Illinois Libraries* 53/9 (1971), 785–803.
- 105 Heinz von Foerster, *Kompetenz und Verantwortung*, in: ders., *Kybernethik*, Berlin 1993, 161–173.
- 106 Ernst von Glasersfeld, *Remembering Gordon Pask*, in: *Kybernetes* 30 (2001), 970.
- 107 Stuart Umpleby, *Heinz von Foerster and the Mansfield Amendment. Cybernetics and Human Knowing* 10/3–4 (2003), 161–163; Stuart Umpleby, *Interview von Heinz von Foerster, the BCL, Second-Order Cybernetics and the American Society for Cybernetics*, in: Albert Müller u. Karl H. Müller, Hg., *An unfinished Revolution? Heinz von Foerster and the Biological Computer Laboratory, BCL 1958–1976*, Wien 2007, 77–87; zu den Rahmenbedingungen der US-amerikanischen Wissenschaftsfinanzierung s. z.B. *Committee on Innovations in Computing and Communications: Lessons from History u. National Research Council, Funding a Revolution. Government Support for Computing Research*, 1999.
- 108 Ernst von Glasersfeld: *Radikaler Konstruktivismus – Versuch einer Wissenstheorie*, hg. v. Albert Müller u. Karl H. Müller, Wien 2005.
- 109 *Nachlass Gotthard Günther in der Staatsbibliothek zu Berlin*; vgl. auch *Auszüge in Müller, End of the Biological Computer Laboratory*.
- 110 Albert Müller, *Heinz von Foerster's Archives*, in: *Cybernetics and Human Knowing. A Journal of Second Order Cybernetics, Autopoiesis and Cyber-Semiotics* 10/3–4 (2003), 67–72; ders., *To Navigate is to Construct: Die Archive des Heinz von Foerster*, in: Karl Stocker u. Wolfgang Muchitsch, Hg., *Sammeln*, Wien 2006, 39–70.
- 111 Vgl. dazu vorläufig: Ranulph Glanville u. Karl H. Müller, Hg., *Gordon Pask, Philosopher Mechanic. An Introduction to the Cybernetician's Cybernetician*, Wien 2007.
- 112 Vgl. nun z. B. Karl H. Müller, *The New Science of Cybernetics. The Evolution of Living Research Designs*, Bd. I: *Methodology*, Wien 2008. Zwei weitere Bände der *New Science of Cybernetics* sind für 2009 angekündigt. Ebenfalls für 2009 angekündigt sind drei Bände konzeptueller Essays von Ranulph Glanville, die unter dem Titel *The Black Books* erscheinen werden.