



universität
wien

MASTERARBEIT / MASTER'S THESIS

Titel der Masterarbeit / Title of the Master's Thesis

„Sichtbarmachungen (in) der Kybernetik.
Regelkreise als Beispiele für die diagrammatische Fundierung
der Kybernetik“

verfasst von / submitted by

David Stroj, BA

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of
Master of Arts (MA)

Wien, 2018 / Vienna 2018

Studienkennzahl lt. Studienblatt /
degree programme code as it appears on
the student record sheet:

A 066 582

Studienrichtung lt. Studienblatt /
degree programme as it appears on
the student record sheet:

Masterstudium Theater-, Film- und
Medientheorie UG2002

Betreut von / Supervisor:

Dr. Thomas Waitz, M.A.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	1
1.1.	Vorüberlegungen	1
1.2.	Fragestellung und Methodik dieser Arbeit	5
1.3.	Begriffe der Kybernetik	8
1.4.	Einstieg: Bilder in der Wissenschaft, Bilder in der Kybernetik	11
2.	Sichtbarmachungen der Kybernetik im Bildlichen	18
2.1.	Sichtbarmachung	18
2.1.1.	Konzept und Begriff	18
2.1.2.	Konnex zur Kybernetik	21
2.1.3.	Zugänglich machen und bildliche Erkenntnis der Kybernetik	23
2.2.	Diagramm	27
2.2.1.	Diagramm und Diagrammatik	27
2.2.2.	Diagramme und ihr sprachlicher Kontext	33
2.2.3.	Das Ästhetische in (kybernetischen) Diagrammen	34
2.2.4.	Die „Konstruktivität“ kybernetischer Diagramme	35
2.3.	Analyse: Kybernetische Diagramme	36
2.3.1.	Einschätzungen zu den Analysegegenständen	37
2.3.2.	„Blockschaltbilder“: die kybernetische Black Box	38
2.3.3.	Kreisstrukturen: Diagramme und Kybernetik bei Guilbaud (1954)	40
2.3.4.	von/über Norbert Wiener	48
2.3.5.	Regelkreise als Metakonzept	52
2.3.6.	Regelkreise als technische Realisierungen	59
2.3.7.	Regelkreise in Organismen	64
2.3.8.	Regelkreise zwischen Mensch und Maschine	68
2.3.9.	Sonderfall <i>Rechnerin</i> : Vom menschlichen zum maschinellen Regelkreis	76
3.	Schluss	80
4.	Quellenverzeichnis	83
4.1.	Primärquellen zur Kybernetik	83
4.2.	Sekundärquellen	84
4.3.	Abbildungsverzeichnis	89
5.	Anhang	91
5.1.	Zusammenfassung	91

1. Einleitung

1.1. Vorüberlegungen

Dass es in einer Masterarbeit, die sich als medienwissenschaftlich ausweist, um Kybernetik gehen soll, verwundert zunächst wenig. Im Gegenteil gehört es fast schon zum guten Ton in akademisch belangreichen Arbeiten die Kybernetik als (medien)wissenschaftlich bzw. (technik)historisch fruchtbares Thema zu behandeln.¹ Zuletzt in Buchform erschienen ist etwa die Dissertation von Jan Müggenburg, der an anderer Stelle lakonisch die Verbindung von Kybernetik und medienwissenschaftlichen Arbeiten kommentiert hat:

“And finally, there is a third and even a fourth generation of German media theorists, who want to do ‘something with cybernetics’ in their M.A. theses or dissertations. Cybernetics has become a permanent issue within media studies and somehow it continues to create the promising feeling of getting onto the track of our own episteme.”²

Mit solch einem Satz gewinnt nun auch das eigene Anliegen Kontur und Komplizenschaft. Kennntlich soll damit werden, dass auch meine Masterarbeit von “something with cybernetics“ handelt.

Diese Arbeit will also Anschluss finden an die Kybernetik, indem sie sie unter medienwissenschaftlichen Gesichtspunkten beleuchtet. Wie lässt sich aber in der Nachfolge der schon zahlreichen vorangegangenen Arbeiten zur Kybernetik aus den letzten 20 Jahren ein eigener Standpunkt entwickeln? Immer besteht die Gefahr sich nur oberflächlich an das Vorangegangene anzuhängen. Mein Interesse steckt dort, wo Müggenburg erklärt: gerade medienwissenschaftliche Episteme sollen etwas mit den kybernetischen teilen. Für eine Masterarbeit kommt allerdings weder die Behandlung ‚der‘ Kybernetik in Frage, noch gelingt der große Wurf in der Offenlegung medienwissenschaftlicher Episteme. Diese und weitere Gründe haben mich deshalb zu einer Herangehensweise geführt, die von *Bildern*, und zwar *kybernetischen Bildern*, ausgeht: lässt sich in einer Masterarbeit ein Stück dessen erforschen, welchen epistemischen Stellenwert Bilder in einer Wissenschaft wie der Kybernetik einnehmen

¹ Vgl. bspw. Philipp Aumann, *Mode und Methode. Die Kybernetik in der Bundesrepublik Deutschland*, Göttingen: Wallstein 2009; Rainer C. Becker, *Black Box Computer. Zur Wissensgeschichte einer universellen kybernetischen Maschine*, Bielefeld: transcript 2012; Ulrike Bergermann, *Leere Fächer. Gründungsdiskurse in Kybernetik und Medienwissenschaft*, Münster: LIT Verl. 2015; Lars Bluma, *Norbert Wiener und die Entstehung der Kybernetik im Zweiten Weltkrieg. Eine historische Fallstudie zur Verbindung von Wissenschaft, Technik und Gesellschaft*, Münster: LIT Verl. 2005; Ute Holl, *Kino, Trance & Kybernetik*, Berlin: Brinkmann & Bose 2002; Jan Müggenburg, *Lebhafte Artefakte. Heinz von Foerster und die Maschinen des Biological Computer Laboratory*, Konstanz: Konstanz Univ. Press 2018; Lasse Scherffig, „Feedbackmaschinen. Kybernetik und Interaktion“, Diss., Kunsthochschule f. Medien Köln 2014.

² Jan Müggenburg, “Bats in the Belfry: On the Relationship of Cybernetics and German Media Theory”, in: *Canadian Journal of Communication* 42, 3/2017, S. 467–484, hier S. 479f.

konnten? Hier in Vergangenheitsform zu sprechen ist angemessen, weil die Kybernetik der Nachkriegszeit bereits ein historisches und historisiertes Thema darstellt:

„[...] diese Epoche, nämlich die Nachkriegsgeschichte der Kybernetik und ihre Hoffnungen zwischen 45 und 67/68, [ist] eine vergangene. Sie ist eine zeit- und wissenschaftshistorische Angelegenheit. Was [...] aber nicht heißt, dass die Fragen, die die Kybernetik aufgeworfen hat, deswegen verschwunden sind.“³

Die Kybernetik ist verschwunden, ihre Fragen sind geblieben. Sich den Bildern der Kybernetik zuzuwenden ist der Weg, den diese Arbeit beschreiten will um über „die Beschäftigung mit Kybernetik zu einer Archäologie der Gegenwart“⁴ zu gelangen.

Was sind kybernetische Bilder? Kapitel 1.4. wird einen detaillierteren Einstieg in die „Bilder der Kybernetik“⁵ geben, und zwar in Auseinandersetzung mit dem Einsatz von Bildern in Wissenschaften allgemein. Um einen ersten, vorausdeutenden Blick auf kybernetische Bilder zu werfen, werden zwei Buchcover herangezogen, die je einen historischen und einen aktuelleren Zugang zu kybernetischen Bildern geben. Sie deuten bereits an, wie sich

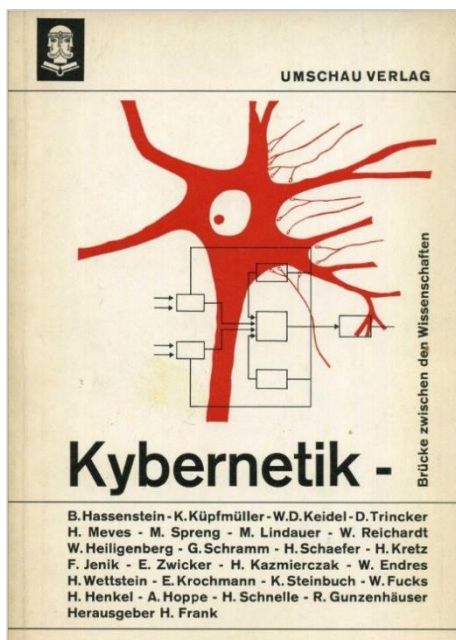


Abb. 1

„Sichtbarmachung“ der Kybernetik vollziehen kann. „Sichtbarmachung“ dient als meine Perspektivierung von kybernetischen Bildern und wird in Kapitel 2.1. behandelt werden. Abb. 1 ist das Cover der Aufsatzsammlung *Kybernetik – Brücke zwischen den Wissenschaften*, die während der 1960er Jahre in der BRD in einigen Auflagen erschienen ist. Gut nachvollziehen lassen sich anhand dieses Sammelbands die Ansprüche der Kybernetik nach „Interdisziplinarität“⁶. Auf diesem Cover wird der Kybernetik ein Bild gegeben, das ein Grundmuster kybernetischer Argumentation andeutet: zwei graphische Darstellungen aus verschiedenen Wissenschaftsbereichen werden überblendet und damit die Bildung von

³ Claus Pias, Gabriele Werner, „Kunst und Kybernetik. Ein Gespräch der *Bildwelten des Wissens* mit Claus Pias“, in: *Bildwelten des Wissens. Kunsthistorisches Jahrbuch für Bildkritik. Band 5,1: Systemische Räume*, hrsg. v. Horst Bredekamp/Matthias Bruhn/Gabriele Werner, Berlin: Akademie 2007, S. 77–86, hier S. 84.

⁴ Ebd.

⁵ Michael Hagner hat sich wiederholt der Geschichte der Kybernetik gewidmet, zu kybernetischen Bildern wurde u.a. ein Aufsatz veröffentlicht, der einen Ausgangspunkt für diese Arbeit darstellte; vgl. Michael Hagner, „Bilder der Kybernetik“, in: *Konstruierte Sichtbarkeiten. Wissenschafts- und Technikbilder seit der Frühen Neuzeit*, hrsg. v. Martina Heßler, München: W. Fink 2006, S. 383–404.

⁶ „Mit der Kybernetik begann offiziell das, was wir heute alltäglich in Stellenausschreibungen und DFG-Anträgen fordern: die sogenannte Interdisziplinarität.“ Vgl. Claus Pias, „Das digitale Bild gibt es nicht. Über das (Nicht-)Wissen der Bilder und die informatische Illusion“, in: *zeitenblicke* 2, 1/2003, URL: www.zeitenblicke.historicum.net/2003/01/pias/index.html [Zugriff: 29.07.2018], Abschnitt 14.

Analogien zwischen wissenschaftlichen Zugängen angeregt. Wolfgang Ernst hat das Cover prägnant als „Überlagerung von Neuron und Schaltplan“ bezeichnet.⁷ Während die rote Figur die schematische Darstellung einer Nervenzelle bildet, wird sie von den strukturierten, schwarzen Linien eines Diagramms überlagert, das einem Funktionsdiagramm, etwa wie aus einem „Schaltplan“⁸, entspricht. Offenbar bewusst entfernt wurden Beschriftungen und Legende, die normalerweise Kontext und den eigentlichen Verständnishorizont solcher Diagramme liefern. Diese Auslassung des sonst benötigten, sprachlichen Kontexts erweist sich als zentral um der Bildcollage eine universelle Anknüpfbarkeit zu verleihen. Das rote Objekt und das schwarze Diagramm sind jeweils Aufsätzen aus dem Buch entnommen: die Nervenzelle entstammt einer anatomisch-physiologischen Abhandlung,⁹ das Diagramm hingegen soll ein elektronisches „Neuronen-modell“¹⁰, also einen technischen Nachbau, darstellen. Beide Bilder widmen sich also auf je eigene Weise dem Nervensystem, ohne dabei ein und denselben ‚Gegenstand‘ zu meinen. Das Verfahren der Überblendung und Analogiebildung wird im Laufe dieser Arbeit als exemplarisch für die Kybernetik untersucht werden.

Dass sich mit der Überblendung verschiedener Bilder auch in medienwissenschaftlichen Arbeiten operieren lässt, zeigt Abb. 2, das Cover der englischen Übersetzung von Ute Holls Dissertation *Cinema, Trance & Cybernetics*.¹¹ Der Ausrichtung ihrer Arbeit geschuldet ist die Kybernetik zwar nicht das vordergründige Thema, aber doch auf dem Cover bedeutungsvoll mit in die Collage eingeschmolzen. Das Diagramm oben am Cover soll für die Kybernetik stehen. Allein aus der Ansicht des Cover geht – ähnlich wie

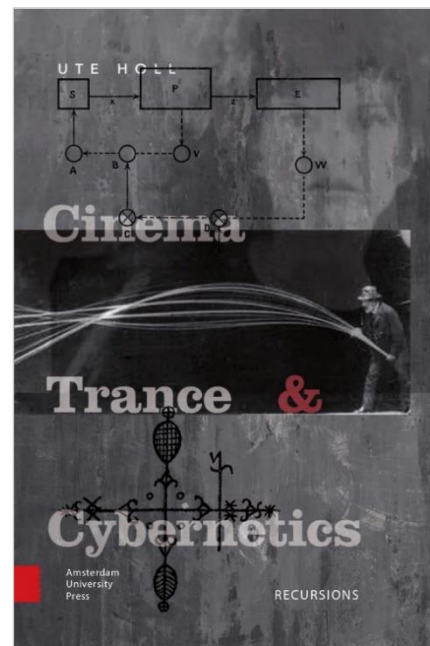


Abb. 2

⁷ Vgl. [Wolfgang Ernst], *DIE INSISTENZ DER KYBERNETIK. Zwei Beiträge zur Aktualität kybernetischen Denkens*, URL: www.musikundmedien.hu-berlin.de/de/medienwissenschaft/medientheorien/Schriften-zur-medienarchaeologie/aufsaeetze_vortragsskripte/pdfs/kybernetiki-ii.pdf [Zugriff: 27.07.2018], o.S. [Seite 2].

⁸ Vgl. die Ausführungen zum Umgang den französischen Kybernetikers Guilbaud zu Schaltplandiagrammen in Kap. 2.3.3.

⁹ Vgl. Hans Meves, „Die Funktion erregbarer Membranen“, in: *Kybernetik - Brücke zwischen den Wissenschaften. 29 Beiträge namhafter Wissenschaftler und Ingenieure*, hrsg. v. Helmar Frank, Frankfurt a. M.: Umschau ⁶1966 (1. Aufl. 1962), S. 69–79, hier S. 82f.

¹⁰ Vgl. Franz Jenik, „Elektronische Neuronenmodelle“, in: *Kybernetik - Brücke zwischen den Wissenschaften. 29 Beiträge namhafter Wissenschaftler und Ingenieure*, hrsg. v. Helmar Frank, Frankfurt a. M.: Umschau ⁶1966, S. 147–156, hier S. 155.

¹¹ Ute Holl, *Cinema, Trance and Cybernetics*, Amsterdam Univ. Press 2017, eBook, URL: www.oapen.org/search?identifier=631164 [Zugriff: 29.07.2018].

bei Abb. 1 – nicht unbedingt hervor, was das Diagramm eigentlich zeigt, es bringt aber ästhetisch betrachtet auf die Spur der Kybernetik. Tatsächlich zeigt das Diagramm den schematischen Aufbau eines Thermostats, es stammt aus dem 1954 in Frankreich erschienenen *La Cybernétique* von Guilbaud.¹² Holl bezieht sich in ihrer Arbeit kursorisch auf Guilbauds Buch, setzt das Thermostat-Diagramm als eine Art Vorbedingung an den Beginn¹³ ihrer Arbeit und lobt Guilbaud als „nachdenkliche[n] Historiker der Kybernetik“¹⁴. Auffällig ist, dass mit einem Diagramm offenbar die Kybernetik angedeutet werden kann und dass dafür beispielhaft ein Thermostat eingesetzt wird – analog zur Fotografie, die mittig am Cover ihren Platz findet und für (bewegte) Bildmedien eintreten kann. So wie die Abbildung des Fotos an ein entsprechendes Medium denken lässt, soll das Diagramm etwas Ähnliches für die Kybernetik bewirken: der Konnex zur Kybernetik wird im wahrsten Sinne ‚vor Augen geführt‘. Das Diagramm eines Thermostats wird – Pars pro Toto – zum Stellvertreter der Kybernetik an sich, was sich daraus ergibt, dass Thermostate schon von Anfang an als prototypische kybernetisch-technische Realisierungen beschrieben wurden.¹⁵ Auch als erläuterndes Beispiel für die Funktionsweise des Regelkreises wurde es in der Kybernetik eingesetzt. In Kap. 2.3.3. werden die vielfältigen Diagramme aus Guilbauds Buch herangezogen um die Auffassung von Diagrammen und dargestellten Kreisstrukturen hin zu kybernetischen Regelkreisdigrammen zu erläutern.

Was können diese zwei Buchcover veranschaulichen? Beide ziehen *Diagramme* heran um sich auf die Kybernetik oder kybernetische Sachverhalte zu beziehen – offenbar besteht zwischen Kybernetik und Diagrammen ein etablierter Konnex. Auf den Covers steht nicht das Nachvollziehen der Diagramme oder anderer bildlicher Elemente im Vordergrund, sondern das Evozieren – von Wissenschaften wie von Medien – mit graphischen Mitteln. Und schließlich findet auf beiden Covers Überblendung statt, die als spezifisch bildliches Verfahren der Zusammenführung auch eine konstruierende Seite hat. Ausgehend von diesen ersten Feststellungen sollen die Herangehensweisen und Gegenstände dieser Arbeit beschrieben werden.

¹² G. T. Guilbaud, *What is Cybernetics?*, London [u.a.]: Heinemann 1959 (Orig. *La Cybernétique*, Paris: Presses Univ. de France 1954).

¹³ Vgl. Holl, *Kino, Trance & Kybernetik*, S. 15.

¹⁴ vgl. ebd., S. 47.

¹⁵ Beschreibungen vom Thermostat z.B. bereits bei Norbert Wiener, *Cybernetics or control and communication in the animal and the machine*, 7th Printing, New York/Paris: Wiley/Hermann/The Technology Press 1949 (Orig. 1948), S. 115; bei Felix von Cube, *Was ist Kybernetik? Grundbegriffe - Methoden – Anwendungen*, Bremen: Carl Schünemann 1967, S. 15; oder bei Guilbaud, *What is Cybernetics?*, S. 27-29.

1.2. Fragestellung und Methodik dieser Arbeit

Diese Arbeit möchte die Kybernetik und ihre Bilder mit der Diagrammatik in Zusammenhang bringen. Diagrammatik ist hier sowohl als eine „Theorie der Diagramme“ wie auch als „Entwurfs- und Erkenntnisverfahren“ zu verstehen.¹⁶ Sie handelt von „Vermittlungsakte[n]“ und einer „Anschaulichkeit des Denkens“, welche sich an „ikonisch strukturierte[n] Medien“ darlegen lassen.¹⁷ An der Betrachtung der Buchcovers wurde angedeutet, wie sich graphische Darlegungen der Kybernetik an der Diagrammatik orientieren können. Um das Diagrammatische in der Kybernetik zu untersuchen soll von „*extern-materiellen Realisierungen von Diagrammen* [Herv.i.O.]“¹⁸ ausgegangen werden. Damit sind jenen graphisch realisierten Bilder gemeint, die für eine ‚Bild-Gebung‘ der Kybernetik zentral waren. Als konkrete materielle Umsetzungen von theoretischen Entwürfen der Kybernetik bilden Diagramme Schau-Plätze, an denen der Etablierung und Fundierung von spezifisch kybernetischem Wissen nachgespürt werden kann.

Um solch eine Perspektive auf die Kybernetik einzunehmen beziehe ich mich nicht nur auf die Diagrammatik, sondern auch auf das Konzept der „Sichtbarmachung“¹⁹. Sie bildet eine wissenschaftstheoretische und zugleich bildwissenschaftliche Herangehensweise und lässt bildliche Akte des Hervorbringens von Wissen und Erkenntnis in Wissenschaften in den Blick nehmen. Als wissenschaftliche Disziplin im Entstehen war die Kybernetik in besonderer Weise auch auf Bilder als Medien eines Gestaltungs- und Kommunikationsraums für Konzepte angewiesen. Solche Bilder befinden sich immer auch in einem sprachlichen Kontext, der den eigentlichen Ort der Diskurse darstellt. Neben den Texten bilden kybernetische Bilder aber auch eigenständige epistemologische Ansprüche, ohne dabei den Zusammenhang mit den sprachlichen Diskursen zu ignorieren.²⁰ Kybernetische Bilder haben sich als Sichtbarmachungen besonders in der Form von Diagrammen gezeigt. Ausgehend von solchen Diagrammen ist mit der Diagrammatik ein Konzept aufgerufen, das auch dort zum Tragen kommt, wo *Relationen* jenseits materieller Sichtbarmachungen existieren und nicht ohne das Hinzuziehen von Medien dem *Sehen* ausgesetzt werden können. Während Sichtbarmachung also einen theoretischen Rahmen für kybernetische Bilder eröffnet und wissenschaftstheoretische Fragen aufwirft, kann die Diagrammatik den Analysehorizont für Bilder und Diagramme der Kybernetik aufspannen.

¹⁶ vgl. Matthias Bauer/Christoph Ernst, *Diagrammatik. Einführung in ein kultur- und medienwissenschaftliches Forschungsfeld*, Bielefeld: transcript 2010, S. 17.

¹⁷ Vgl. ebd., S. 14.

¹⁸ Ebd., S. 20.

¹⁹ vgl. Kap. 2.1.

²⁰ Vgl. Kap. 2.2.2.

Für philosophische und medienwissenschaftliche Diskurse hat Sybille Krämer erstmals vorgeschlagen Kybernetik und Diagrammatik zusammenzubringen. Diese Arbeit setzt an den Überlegungen von Krämer an, die sie 2005 in einem Thesenpapier angedeutet hat:

„So, wie die frühneuzeitliche Quantifizierung undenkbar ist ohne den Zusammenhang von Skripturalität und Visualisierung (des Unsichtbaren: z.B. der Null), so fußt die Kybernetik auf dem Zusammenhang von Diagrammatik und Visualisierung (des Unsichtbaren z.B. der black box). [...] Die Kybernetik ist somit auch ein Realisierungsfeld der [...] Rolle des Diagrammatischen. *Ist die Kybernetik als Diagrammatologie rekonstruierbar?*“²¹

Krämers Überlegungen sind in ihren Veröffentlichungen nicht weiter ausgeführt worden, die Ergebnisse des Workshops „Travestien der Kybernetik“ fanden nur bedingt den Weg in Veröffentlichungen.²² Gerade deshalb will diese Arbeit Krämers Gedanken in angemessenem Umfang weiterbehandeln. Solch ein Unterfangen findet Unterstützung bei Wolfgang Ernst, der erst kürzlich Krämers Aussage wieder aufgegriffen hat:

„Kybernetisches Denken ist diagrammatisch im Sinne von Peirces Begriff des diagrammatic reasoning: verkörpert in Schaltplänen ebenso wie in den Argumenten der Texte. Cybernetic reasoning ist gleichursprünglich wie ein [sic] wieder in Vollzug gesetzte integrierte Schaltung aus der Epoche erster Mikroprozessoren. Das kybernetische Denken als operative Diagrammatik, verkörpert als rückkopplungsfähige Schaltkreise und Sensoren zur Außenwelt, ist aktuell im Sinne der Einsenkung in die gegenwärtige Welt.“²³

Der Kybernetik inhäriert also eine „operative Diagrammatik“, die ich in dieser Arbeit anhand der kybernetischen Diagramme zu analysieren suche. Dabei ist das Ziel kybernetische Bilder als Teil eines „cybernetic reasoning“ anzunehmen und zu beleuchten, inwiefern kybernetische Bilder ein „Realisierungsfeld [...] des Diagrammatischen“²⁴ in der Kybernetik der Nachkriegszeit darstellten.

Über Diagramme wird in dieser Arbeit noch ausführlicher die Rede sein, es zeichnet hier aber schon ab, dass materielle Diagramme der Kybernetik begreifbar sind als *Form*: konkrete kybernetische Diagramme bilden immer nur *eine* mediale Form unter vielen möglichen, sie sind das Ergebnis bewusster Akte der Sichtbarmachung und sie arbeiten auch daran, das Diagrammatische der Kybernetik und ihrer zentralen Konzepte hervorzukehren. Damit bilden Diagramme einen ausgewählten Bereich vom „cybernetic reasoning“. Daran schließt die folgende Forschungsfrage an:

²¹ Sybille Krämer, *Travestien der Kybernetik. Anmerkungen zu einem Programm, dessen Erfolg sich in seinem Verschwinden zeigt*, Thesenpapier, URL:

www.expolar.de/kybernetik/TravestienDerKybernetik.data/Bibliothek/input_papers/Kraemer_Thesen.pdf
2005, [Zugriff: 27.07.2018].

²² u.a. wurde Claus Pias' Beitrag als Aufsatz veröffentlicht: Claus Pias, „Unruhe und Steuerung. Zum utopischen Potential der Kybernetik“, in: *Die Unruhe der Kultur. Potentiale des Utopischen*, hrsg. v. Jörn Rüsen/Michael Fehr/Annelie Ramsbrock, Weilerswist: Velbrück Wissenschaft 2004, S. 301–325.

²³ [Ernst], *Die Insistenz der Kybernetik*, o.S. [Seite 2].

²⁴ Krämer, *Travestien der Kybernetik*.

- Wie wird der Regelkreis als ein kybernetisches Schlüsselkonzept und als Figur des Diagrammatischen sichtbar gemacht und so erst fassbar?

Diese Frage knüpft an die Grundverfasstheit der Kybernetik an, da sich anhand des Regelkreises kybernetische Konzepte wie Feedback, Rückkopplung, Netzwerk, etc. aufrufen lassen. Diese Begriffe stehen für Relationalität und umreißen damit bereits diagrammatische Potenziale, das heißt, dass sich Relationen vom Denken und Begreifen ausgehend vollziehen und so erst als Diagramme materialisierbar werden. Weil sich das Diagrammatische aber nicht nur in Begriffen erschließt, rücken in dieser Arbeit Bilder als sichtbar machende Medien in den Fokus:

- Die These dieser Arbeit ist, dass gerade Bilder – vor allem Diagramme – zur Sichtbarmachung der diagrammatischen Fundierung kybernetischer Konzepte wie Regelkreis oder Black Box gedient haben.

Das Herausgreifen von Bildern ist das Ergebnis eines bewussten Auswahlprozesses, der die Bedeutung von Texten, mathematischen Formulierungen oder technischen Konstruktionen für die Kybernetik nicht ignorieren will. Diagramme bieten sich jedoch als Schnittstelle an das „cybernetic reasoning“ an, weil sie zugänglich und sichtbar machen, wie die Kybernetik diagrammatische Argumentationen entwirft. Gegen Ende dieser Arbeit wird angedeutet werden, wie sich „cybernetic reasoning“ auch in kybernetischen Maschinenkonstruktionen, allen voran dem Digitalcomputer, erweisen kann. Maschinen können ebenfalls diagrammatische Verkörperungen der Kybernetik und ihren Konzepte bilden. Wolfgang Ernst sieht die Kybernetik gerade in Verkörperungen in „rückkopplungsfähige[n] Schaltkreise[n] und Sensoren“ vergegenwärtigt und auch heute noch aktualisiert.²⁵ Dass es der Computer als kybernetische Maschine ist, der in solcher Weise auch diagrammatisch fundiert ist, wird gegen ebenfalls angeschnitten werden (Kap. 2.3.9.). Seine diagrammatischen Bedingungen entziehen sich jedoch der Wahrnehmung – so werden Sichtbarmachungen zum notwendigen Schritt um diese Aspekte des Computers zu behandeln.

Für die medienwissenschaftlich motivierte Herangehensweise dieser Arbeit wird in Bezug auf Diagrammatik folgender Gedanke zentral:

„Die Diagrammatik ist keine logische Entfaltung von bereits vorformuliertem Wissen, sondern sie ist das Erzeugen von neuem Wissen im praktischen Umgang mit medial verkörperten Zeichen – sie ist ein Konzept der *Transformation von Wissen*“.²⁶

Die Kybernetik fundiert sich als Wissenschaft einerseits durch feststehende, spezifische diagrammatische Strukturen, z.B. den Regelkreis. Andererseits liegt in der diagrammatischen

²⁵ vgl. [Ernst], *Die Insistenz der Kybernetik*, o.S. [Seite 2].

²⁶ Bauer/Ernst, *Diagrammatik*, S. 23.

Herangehensweise der Kybernetik eine „Transformation von Wissen“ begründet. Im Fall vom Regelkreis ist es ein zugrundeliegendes, mathematisches Wissen, das in die Form graphischer Darlegung transformiert wird. Transformationen finden in kybernetischen Bildern und Diagrammen aber immer auch in Bezug auf das Dargestellte statt: die Repräsentation als Black Box (Kap. 2.3.2.) ist bereits eine solche Umwandlung, die in der Kybernetik sowohl Menschen als auch Maschinen – und spezifische diagrammatische Kopplungen dieser beiden – betrifft. Die Kybernetik realisiert bestimmte Bilder von Mensch-Maschine-Verbindungen:

- Eine weitere These lautet, dass in kybernetischen Bildern und Diagrammen diagrammatische Verhältnisse zwischen Menschen und Maschinen visuell hergestellt und sichtbar gemacht wurden.

Hörl und Hagner haben die kybernetischen Perspektiven auf Mensch und Maschine in diesem Sinne als „Transformation des Humanen“ bezeichnet.²⁷ Ausgehend von solchen kybernetischen Bildern lassen sich Reflexionen über kybernetische Auffassungen von Mensch und Maschine anstellen. Vor allem in den Kap. 2.3.6. bis 2.3.9. werden solche bildlichen Feststellungen der Kybernetik von Mensch und Maschine beleuchtet.

1.3. Begriffe der Kybernetik

Im Folgenden sollen einige zentrale Begriffe der Kybernetik angeführt werden, die für die in dieser Arbeit relevanten kybernetischer Konzepte bedeutsam sind. Das schließt vor allem Begriffe mit ein, die in der Kybernetik in Form von Diagrammen bzw. Bildern umgesetzt wurden. Gerade die Begriffe „Rückkopplung“ und „Regelkreis“, die miteinander verwandt sind, wurden als kybernetische Konzepte schon Ende der 1940er Jahre bei Norbert Wiener begrifflich wie mathematisch formuliert, doch erst im Laufe der 1950er und 60er Jahre vermehrt durch Bilder einer spezifischen Sichtbarkeit zugeführt.

Der Begriff „Kybernetik“ ist eine Prägung, die mit der Veröffentlichung von Wieners Buch *Cybernetics* im Jahr 1948 einherging.²⁸ Mit der Begriffsbildung suchte Wiener Diskurse unterschiedlicher Felder zusammenzuführen, die zuvor schon etwa im Gebiet der Technik oder der Medizin behandelt wurden.²⁹ Die Wirkkraft der Begriffe, mit denen und aus denen heraus

²⁷ Erich Hörl/Michael Hagner, „Überlegungen zur kybernetischen Transformation des Humanen“, in: *Die Transformation des Humanen. Beiträge zur Kulturgeschichte der Kybernetik*, hrsg. v. Michael Hagner/Erich Hörl, Frankfurt a. M.: suhrkamp 2008, S. 7–37.

²⁸ Vgl. Wiener, *Cybernetics*, S. 19; vgl. auch Norbert Wiener, *Mathematik mein Leben*, Düsseldorf/Wien: Econ-Verl. 1962, S. 278.

²⁹ Vgl. Becker, *Black Box Computer*, S. 212; vgl. auch Helmar Frank, „Was ist Kybernetik?“, in: *Kybernetik - Brücke zwischen den Wissenschaften. 29 Beiträge namhafter Wissenschaftler und Ingenieure*, hrsg. v. Helmar Frank, Frankfurt a. M.: Umschau ⁶1966, S. 11–22, hier S. 11f.

die Kybernetik arbeiten sollte, hat Lars Bluma hervorgehoben: „Mit Hilfe der kybernetischen Begriffe konstituierte sich die Kybernetik als eine Wissenschaft von den Steuerungs- und Kontrollvorgängen in Maschinen [sic] und Organismen.“³⁰ Es sind die Sphären des Technischen und der Lebewesen, zwischen denen sich das Spektrum von Gegenständen der Kybernetik begonnen hat auszubilden. Wieners Buch hat dieses Spektrum schon im Titel seines Buches aufgeworfen: *Cybernetics or control and communication in the animal and the machine*. Bluma hat die diskursprägende Wirkung der Kybernetik anhand folgender zentraler Begriffe beschrieben:

„Die kybernetischen Begriffe Rückkopplung, Information, Homeostase, Entropie und zielgerichtetes Verhalten bildeten die Binnenstruktur des kybernetischen Diskurses. In ihren gegenseitigen Querverweisen und Vernetzungen konfigurierten sie eine immer dichter werdende Matrix kybernetischer Begriffe [...]“.³¹

Ausgehend von ein paar wenigen, aber wesentlichen Begriffen und Konzepten hat sich die Kybernetik in einem Diskurs niedergeschlagen, dessen Fundamente gerade in der Interaktion der verschiedenen Begriffe untereinander begründet liegt. Bluma hat den Begriffen der Kybernetik attestiert, dass sie in „enge[r] Verknüpfung und Verschachtelung [...] das kybernetische Theoriegebäude robust und konsistent“ werden ließen.³² Sind es bei Bluma fünf Schlüsselkonzepte zur Charakterisierung der Kybernetik, so reduzieren sich diese bei Claus Pias auf drei: „Schaltalgebra, Informationstheorie und Feedback“ – wobei diesen die „Digitalität“ als gemeinsames Fundament dient.³³ Was sich gesondert als „Informationstheorie“ entwickelt hat, hält als Informationsbegriff auch in die Kybernetik Einzug: „Information (im kybernetischen Sinne) ist eine räumliche oder zeitliche Folge von endlich vielen physikalischen Signalen [...]“, die in der Kybernetik als „mathematische Behandlung der Information [...] ‚maß‘-gebend“ wird.³⁴ Für diese Arbeit zentral sind nun die Begriffe Rückkopplung und Regelkreis:

„Die Begriffe Regelung und Rückkopplung wurden aus der Technik und der Biologie entnommen, mathematisiert und verallgemeinert. Die so gewonnenen Strukturbegriffe wurden dann auch in anderen Wirklichkeitsbereichen wie Psychologie, Pädagogik, Soziologie, usw. entdeckt und ausgewertet [...]“.³⁵

Rückkopplung bildet also jenen „Strukturbegriff“, der sich in unterschiedlichsten Kontexten einsetzen lässt und durch mathematische Auffassung Gegenstände als kybernetisch relevant

³⁰ Bluma, *Norbert Wiener und die Entstehung der Kybernetik im Zweiten Weltkrieg*, S. 121f.

³¹ Ebd., S. 118.

³² Vgl. ebd.

³³ Vgl. Claus Pias, „Zeit der Kybernetik - Eine Einstimmung“, in: *Cybernetics/Kybernetik. The Macy-Conferences 1946-1953: Bd. II: Essays und Dokumente*, hrsg. v. Claus Pias, Zürich, Berlin: diaphanes 2004, S. 9–41, hier S. 14.

³⁴ Vgl. von Cube, *Was ist Kybernetik?*, S. 28f.

³⁵ Ebd., S. 28.

erschließt. Mit dem Begriff Rückkopplung wird im Deutschen erfasst, was der Begriff „Feedback“³⁶ beschreibt. Mit Rückkopplung verbunden ist die „Regelung“, sie realisiert sich grundlegend in Regelkreisen.³⁷ Regelkreise bilden eine spezifische Art der Rückkopplung:

„Vergleicht man nun die Begriffe ‚Regelung‘ und ‚Rückkopplung‘, so erweist sich die Regelung unmittelbar als Spezialfall der Rückkopplung. Die Rückkopplungsprozesse im Regelkreis sind nämlich so determiniert, daß ein bestimmter SOLL-Wert [...] konstant gehalten wird.“³⁸

Ein Regelkreis zielt also auf die Erreichung oder Erhaltung eines gewünschten Werts, bei der Rückkopplung dagegen tritt „bei einer Kette von Wirkungen irgendwann einmal eine Rückwirkung“ auf,³⁹ die konkrete Ausrichtung auf ein Ziel ist also nicht gegeben. In dieser Perspektive erfährt die Kybernetik teils eine Gleichsetzung mit dem Finden und Anbringen von Regelkreisen in verschiedenen Sachverhalten.⁴⁰ Die Kybernetik erschöpft sich zwar nicht im Regelkreis, Mersch zufolge besteht aber in der „Figur des *Regelkreises*, des *Feedback*“ sehr wohl eine „Generalmetapher der Kybernetik“, die sie so erst „im buchstäblichen Sinne zu einer ‚Steuerungswissenschaft‘“ werden lässt.⁴¹ Unterscheidungen lassen sich nochmals treffen zwischen „positiven“ und „negativen Rückkopplungen“: es sind die positiven, die „öffnen und verstärken“ und die negativen, die „verschließen und restringieren“.⁴² Bei Wiener wird vor allem die negative Rückkopplung behandelt, deren Funktion in der Stabilisierung von Prozessen liegt.⁴³ Gerade mit Begriffen der Regelkreise, Rückkopplung oder Feedback erschließt sich also die Dimensionierung der Kybernetik:

„Begriffe wie ‚Feedback‘ als Beschreibungskategorie für Funktionen und Abläufe machten biologische, psychologische, maschinelle, aber auch ökonomische, soziologische usw. Größen vergleichbar, analogisierbar, miteinander ‚verschaltbar‘.“⁴⁴

Mit Begriffen wurde die Kybernetik also fundiert und anschlussfähig für viele Sachverhalte und Wissenschaften gemacht. Wenn im Folgenden nun auf die Bilder in der Kybernetik eingegangen wird, so soll sich darin die notwendige Anlehnung an Begriffe genauso

³⁶ Dem Begriff „Feed-Back“, wie er bei Wiener 1948 noch geschrieben wird, wird ein ganzes Kapitel gewidmet, das zwischen Beispielen von technischem Feedback und Feedbackvorgängen im menschlichen Körper vermittelt; vgl. Wiener, *Cybernetics*, S. 113-136.

³⁷ Vgl. Artmann, „Kybernetik zwischen Ingenieurwesen und Metaphysik. Eine Fallstudie zum Gebrauch von Analogien in den Strukturwissenschaften“, in: *Analogien in Naturwissenschaften, Medizin und Technik*, hrsg. v. Klaus Hentschel, Halle, Saale/Stuttgart: Wiss. Verl.-Ges. 2010, S. 399–417, hier S. 402.

³⁸ Cube, *Was ist Kybernetik?*, S. 129.

³⁹ Vgl. ebd., S. 27.

⁴⁰ Ebd., S. 15.

⁴¹ Vgl. Dieter Mersch, *Ordo ab chao - Order from Noise*, Zürich: diaphanes 2013, S. 67.

⁴² Vgl. ebd., S. 78.

⁴³ Wiener, *Cybernetics*, S. 115f.

⁴⁴ Ulrike Bergermann, „Von Schiffen und Schotten. Der Auftritt der Kybernetik in der Medienwissenschaft“, in: *MEDIENwissenschaft Rezensionen* 1/2004, S. 28–40, hier S. 30.

erschließen wie eine produktive Erweiterung, die mit dem Bildlichen für Wissenschaften eröffnet wird.

1.4. Einstieg: Bilder in der Wissenschaft, Bilder in der Kybernetik

„Bilder sind [...] eigene Repräsentations- und Produktionsformen von Wissen, die hinsichtlich ihres epistemischen Status eine ähnliche Aufmerksamkeit verdienen wie Texte. [...] Das Studium der Herstellung, Verwendung und Zirkulation von Bildern in der wissenschaftlichen Praxis ist in besonderer Weise geeignet, den jeweiligen konkreten Verbindungen zwischen den kulturell, gesellschaftlich und wissenschaftlich geprägten Wahrnehmungsweisen von Natur und Gesellschaft [...] nachzuspüren.“⁴⁵

Bilder müssen als eigenständige Formen des Wissens und der Wissensrepräsentation ernst genommen werden. Zwar bildet sprachlicher Diskurs die Dominante in Wissenschaften, doch kann er nicht ersetzen, was eine spezifische „Bildlogik“⁴⁶ zu leisten vermag. „Wahrnehmungsweisen“, wie sie im Zitat oben beschrieben werden, unterliegen der Disposition ihrer sie bedingenden Medien – ein basaler Gedanke, wie ihn schon McLuhan mit seiner Aussage „Das Medium ist die Botschaft“ stark gemacht hat.⁴⁷ Das Bildliche als Medium ermöglicht in wissenschaftlichen Diskursen andere Sichtbarkeiten und Erfahrbarkeiten, es eröffnet ein spezifisches mediales Register, das in Form der Sprache nicht gegeben ist, das gleichzeitig aber auch eng mit der Sprache verbunden ist. Deshalb nimmt diese Arbeit auch ihren Ausgangspunkt in diagrammatischen Phänomenen innerhalb der Kybernetik, die sich erst in der Form von Bildern sichtbar machen lassen. Diagrammen kommt dabei ein Vorzug zu, da sie insbesondere dazu verwendet wurden eine spezifisch kybernetische Denkweise und Zugänge zu Gegenständen zu vermitteln. Dieses Selbstverständnis hat sich in der Konstitution der Kybernetik in der Nachkriegszeit ausgehend von sprachlich und mathematisch gefassten Ideen und Theorien begonnen herauszubilden, doch waren Bilder von Anfang an Teil der Argumentation – ihre Rolle für die Entfaltung kybernetischer Erkenntnisse lässt sich keineswegs auf das Illustrieren reduzieren:

„Viele der in dieser Zeit [der 1960er und 70er Jahre, Anm. D.S.] vorfindbaren, subsumptiven Darstellungen und Diagramme dienen nicht nur illustrativen Zwecken. Subtil bereiten sie zugleich bestimmte Ansprüche kybernetischer Erklärungsmuster mit vor.“⁴⁸

⁴⁵ Sybilla Nikolow/Lars Bluma, „Die Zirkulation der Bilder zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit. Ein historiographischer Essay“, in: *Frosch und Frankenstein. Bilder als Medium der Popularisierung von Wissenschaft*, hrsg. v. Bernd Hüppauf/Peter Weingart, Bielefeld: transcript 2009, S. 45–78, hier S. 53f.

⁴⁶ Vgl. Dieter Mersch, „Wissen in Bildern. Zur visuellen Epistemik in Naturwissenschaft und Mathematik“, in: *Frosch und Frankenstein. Bilder als Medium der Popularisierung von Wissenschaft*, hrsg. v. Bernd Hüppauf/Peter Weingart, Bielefeld: transcript 2009, S. 107–34, hier S. 114.

⁴⁷ Vgl. z.B. Marshall McLuhan, *Die magischen Kanäle*, Düsseldorf/Wien: Econ-Verl. 1968, S. 13ff.

⁴⁸ Becker, *Black Box Computer*, S. 243f.

Becker bezieht sich hier auf Bilder in „kybernetische[n] Populärdarstellungen“.⁴⁹ Diesem Umstand muss in der heutigen Beschäftigung mit der historischen Kybernetik Rechnung getragen werden: damalige wissenschaftliche und populärwissenschaftliche Diskurse der Kybernetik lassen sich nicht trennscharf auseinanderhalten, beide Zugänge haben auch ein allgemeines Verständnis von Kybernetik (mit)geprägt.⁵⁰ Auch die in dieser Arbeit herangezogenen Bilder der Kybernetik lassen sich nicht immer klar als wissenschaftliche oder populärwissenschaftliche Bilder benennen. Diese Differenzierung soll aber in meiner Herangehensweise als untergeordnet betrachtet werden, da mit bildlicher Anschaulichkeit immer auch mediale Strukturen gebildet und performative Wirkkraft entfaltet werden. Dies trifft auf die wissenschaftliche wie die populärwissenschaftliche Sphäre gleichermaßen zu. Diagramme können hierin nochmal als Sonderfälle gesehen werden, da sie einen Sachverhalt durchaus wissenschaftlich korrekt erschließen können, während ihre ästhetische Gestaltung und die Adressierung eher an eine größere Öffentlichkeit gerichtet sind.

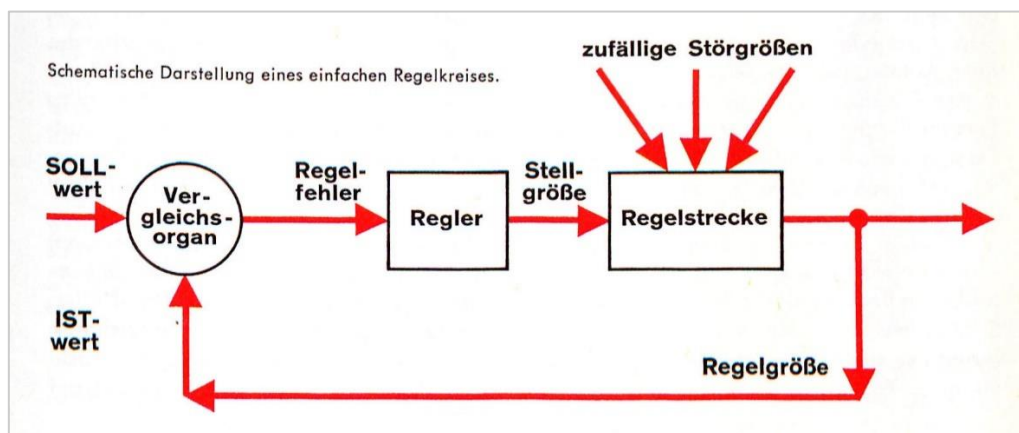


Abb. 3

Ausgehend von dieser Auffassung kybernetischer Bilder soll ein erstes kybernetisches Diagramm eingebracht werden (Abb. 3). Es stammt aus *Knaurs Buch der Denkmachines. Informationstheorie und Kybernetik*, einem 1968 erschienenen Sachbuch.⁵¹ Dieses Diagramm soll den Ausgangspunkt bilden für eine grundsätzliche Frage, die sich an viele Bilder der Kybernetik richten lässt: Inwieweit wird in kybernetischen Diagrammen dieser Art etwas repräsentiert? Gewiss handelt es sich um die Repräsentation einer Regelkreisstruktur – sie stellt ein zentrales Konzept und entsprechendes Bildsujet der Kybernetik dar –, doch bleibt fraglich,

⁴⁹ Vgl. ebd., S. 244.

⁵⁰ Philipp Aumann hat in seiner Dissertation die Wechselverhältnisse zwischen wissenschaftlichen und populär- bzw. außerwissenschaftlichen Diskursen in der BRD in den 50er und 60er Jahren beschrieben und problematisiert, vgl. Aumann, *Mode und Methode*, S. 383-456.

⁵¹ Walter R. Fuchs, *Knaurs Buch der Denkmachines. Informationstheorie und Kybernetik*, München/Zürich: Droemer/Knaur 1968.

ob darüber hinaus noch etwas Anderes, Gegenständliches repräsentiert wird. Ist der Regelkreis bereits eine Repräsentation der Kybernetik selbst? Oder bildet das Diagramm eigentlich nur einen Platzhalter, einen theoretischen Entwurf, der von konkreten Kreisläufen herrührt oder erst noch auf Vorgänge übertragen werden muss? Angesichts dieser Fragen muss überdacht werden, ob der Begriff Repräsentation hier angemessen ist. Mit der Problematik des Repräsentationsbegriff in Wissenschaften hat sich Rheinberger auseinandergesetzt und ist dadurch zum Begriff der „Sichtbarmachung“ als Alternative gekommen:

„Vielleicht ist Sichtbarmachung ein angemessener Begriff, um aus dem Dilemma der Repräsentation herauszukommen. Was könnte es heißen, mit dem Auge zu denken? Sichtbarmachen kann, muß aber nicht mit Abbilden zu tun haben, braucht Abbildung nicht notwendigerweise als referentiellen Bezugspunkt.“⁵²

Rheinbergers Begriffsprägung betrifft auch den unklaren Status des Repräsentierens in vielen kybernetischen Diagrammen. Diagramme, die Abb. 3 ähneln, bilden einen Grundstock von kybernetischen Bildern – sie werden in Kap. 2.3.5. als Metakonzzept der Kybernetik besprochen. Tatsächlich lassen sie sich eher als Sichtbarmachungen von etwas bezeichnen, das als dezidiert Kybernetisches, nämlich als (Denk-)Modell des Regelkreises, hervortreten soll. Während sich in Regelkreisen konkrete Teile wiederfinden lassen, die als einzelne Elemente durchaus repräsentierbar sein können, stellt die Gesamtkonstellation eines Regelkreises – der ja meist eine Anordnung heterogener Teile in Relation setzt – etwas dar, das eine Sichtbarmachung verlangt, weil nur so Sachverhalte und Relationen ersichtlich werden können. Im Laufe dieser Arbeit soll herausgestellt werden, dass Sichtbarmachungen des Regelkreises eine spezifische diagrammatische Konfiguration nahelegen, die auch die Kybernetik nicht unberührt lassen. Mit dem Regelkreis liegt immerhin eine „Generalmetapher der Kybernetik“ vor.⁵³ Die hier behandelten Bilder konzentrieren sich deshalb auf Regelkreise: sie sind vielfach in Natur, Gesellschaft und Technik auffindbar, gleichsam können sie in produktiver Weise erst noch Sachverhalten zugrunde gelegt werden. Aus diesem Grund können Regelkreise „wissenschaftlich geprägte[] Wahrnehmungsweisen von Natur und Gesellschaft“⁵⁴ in besonderer Weise konfigurieren, denn in ihrer graphischen Darlegung strukturieren sie Wahrnehmung und Vorstellungen: nichts gilt als Regelkreis, bevor es nicht als solcher kenntlich gemacht und insofern als kybernetisch (er)fassbar und relevant herausgestellt wird. *Wahrnehmungsweisen installieren Regelkreise und Regelkreise bringen Wahrnehmungsweisen*

⁵² Vgl. Hans-Jörg Rheinberger, „Objekt und Repräsentation“, in: *Mit dem Auge denken. Strategien der Sichtbarmachung in wissenschaftlichen und virtuellen Welten*, hrsg. v. Bettina Heintz/Jörg Huber, Zürich [u.a.]: Edition Voldemeer/Springer-Verl. 2001, S. 55–61, hier S. 57.

⁵³ Vgl. Mersch, *Ordo ab chao*, S. 67.

⁵⁴ Nikolow/Bluma, „Die Zirkulation der Bilder zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit“, S. 54.

hervor – so ließe sich eine grundsätzliche Überlegung von Abb. 3 und vergleichbaren Diagrammen ableiten. Auch sprachliche oder mathematische Offenlegungen von Regelkreisen waren gängige Wege einer Offen-Legung von Regelkreisen in der Kybernetik,⁵⁵ verdeutlichen und sichtbar machen lassen sich Regelkreise als diagrammatische Konfigurationen aber besonders im Visuellen.

Regelkreisdiagramme wie jenes in Abb. 3 können auch als grundlegendes Modell der Kybernetik betrachtet werden. In Wissenschaften spielen Modelle eine nachhaltige Rolle, sie „[treten] zwischen ein bestimmtes Phänomen und seine Interpretation“ zum Zwecke der Vermittlung, dabei können Modelle genauso „immaterielle Werkzeuge wie mathematische Formeln oder Diagramme“ sein, aber auch Materielles wie „elektromechanische Apparate oder lebendige Modellorganismen“.⁵⁶ Auch die Kybernetik hat verschiedenste Modelle zu ihren essentiellen Bestandteilen gemacht: „[...] Modellierung [ist] der methodische wie rhetorische Angelpunkt, von dem die Kybernetik [...] ihren Anspruch auf Interdisziplinarität abgeleitet hat.“⁵⁷ Die Kybernetik verhandelt Modelle von Gegenständen, die nicht (nur) kybernetischer Natur sind, sondern die aus unterschiedlichen Wissenschaften stammen. auf diese Weise bedingt sich ihr interdisziplinäres Vorgehen. Ausschlaggebend für den Status von Modellen in der Kybernetik ist dann nicht das Abbilden oder Repräsentieren, sondern begründet sich im Konstruieren:

„Bei wissenschaftlichen Modellen handelt es sich also nicht um Abbildungen einer unabhängigen ‚Realität‘, sondern um Konstruktionen, die eine bestimmte ‚Wirklichkeit des Modells‘ hervorbringen.“⁵⁸

Um also im Diagramm aus Abb. 3 ein Modell des kybernetischen Regelkreises zu erkennen, spielt einerseits seine vermittelnde Funktion zu anderen Disziplinen eine Rolle, denn in seiner Allgemeinheit begünstigt es die Übertragung auf Sachverhalte unterschiedlichster Disziplinen. Andererseits ist Abb. 3 auch als das Ergebnis einer „Konstruktion“ zu verstehen, welche die „Wirklichkeit des Modells“ herstellt und nicht die Wirklichkeit an sich. Der Regelkreis kann in diesem Sinn durchaus als „theoretische[s] Modell“ angesehen werden: er basiert auf den Eigenschaften bereits bekannter Regelkreise und soll sich entsprechend auf immer neue, noch unbekannte Sachverhalte beziehen lassen.⁵⁹

⁵⁵ Wiener hat Regelkreise vor allem sprachlich-mathematisch beschrieben und eher wenige Diagramme eingesetzt, vgl. Kap. 2.3.4.

⁵⁶ Vgl. Müggenburg, *Lebhaftes Artefakte*, S. 177.

⁵⁷ Ebd., S. 181.

⁵⁸ Ebd., S. 180.

⁵⁹ Vgl. Martin Beck/Jan Wöpping, „Diagrammatik - Graphen - Modelle“, in: *Bild. Ein interdisziplinäres Handbuch*, hrsg. v. Stephan Günzel/Dieter Mersch, unter Mitarb. v. Franziska Kümmerling, Stuttgart/Weimar: J.B. Metzler 2014, S. 346–353, hier S. 351.

Abb. 3 ist in gewisser Weise auf die Rezeption, die mentale Aufnahme und Verarbeitung durch Menschen angewiesen, deren Wahrnehmung des Diagramms erst noch (gedankliche) Kopplungen des Regelkreises mit konkreten Gegenständen realisieren muss. Darin zeigt sich, wie die „Konstruktivität“⁶⁰ solcher kybernetischer Diagramme hervortritt. Der konstruktive Charakter von Diagrammen wie in Abb. 3 zeigt sich daran, dass sie nicht das Ergebnis einzelner Messungen oder Experimente darstellen, sondern dass sie so gestaltet sind, dass sie potenziell eine ganze Bandbreite an Phänomenen betreffen, da von einem *theoretisch begründeten Modell* ausgegangen wird.

Regelkreise geben der Kybernetik eine Fundierung, die auch heute noch als solche beschrieben wird. Für Claus Pias ist der Regelkreis „Grundmodell einer [...] Maschine, an dem noch die verschiedensten Phänomene kybernetisch ‚geerdet‘ werden können“.⁶¹ Pias deutet hier ein Bild an, das den Regelkreis nicht nur in Bezug zu Elektrizität und Stromkreis stellt,⁶² sondern auch die fundierende Rolle von Regelkreisen für die Kybernetik unterstreicht. Der Regelkreis ist begreifbar als kybernetisches Schlüsselkonzept und entsprechend in vielen bildlichen Darstellungen der Kybernetik in den 1950er und 60er Jahren aufgetaucht:

„Regelkreise galten als der Königsweg zur Automatisierung von Entscheidungsprozessen in komplexen Problemlagen. Dementsprechend wurden alle nur denkbaren Prozesse in der menschlichen Kultur ‚kybernetisiert‘: vom Kochen am eigenen Herd [Herv. D.S.] bis zur Planung ganzer Nationalökonomien. Diese Breite der Anwendung ist nicht von vornherein überdehnt; fragwürdig wird sie allerdings dann, wenn die schematische Darstellung eines Systems durch einen simplen Regelkreis mit einer seriösen kybernetischen Modellierung verwechselt wird und sich an die krude Schematisierung eines Systems übertriebene Hoffnungen auf dessen Optimierung knüpfen.“⁶³

Artmann beschreibt hier Regelkreise einerseits als potenzielles Mittel zur ‚Kybernetisierung‘ von Sachverhalten, andererseits äußert er sich kritisch-distanziert zu leichtfertig gebildeten Analogien. Solche wurden vor allem in populärwissenschaftlichen Veröffentlichungen der Kybernetik getätigt. Auch sieht Artmann in der „schematische[n] Darstellung eines Systems durch einen simplen Regelkreis“ noch keine „seriöse[] kybernetische[] Modellierung“ verwirklicht. Genau dieses Spannungsfeld wird hier beschäftigt: zwischen diagrammatischen Sichtbarmachungen von Regelkreisen und den von Artmann geforderten „seriösen“ Modellbildungen, die auf „mathematische Theorien der Rückkopplung bzw. des Regelkreises“⁶⁴ zurückgreifen.

⁶⁰ Vgl. Kap. 2.2.4.

⁶¹ Vgl. Pias, „Zeit der Kybernetik“, S. 24.

⁶² Vgl. Kap. 2.3.3.: Guilbaud hat die Kybernetik im Kontext von elektrischen Schaltplänen besprochen.

⁶³ Artmann, „Kybernetik zwischen Ingenieurwesen und Metaphysik“, S. 403.

⁶⁴ Ebd., S. 402.



Abb. 4

Artmanns Aussage zum „Kochen am eigenen Herd“ richtet sich an eine Abbildung (Abb. 4) in Felix von Cubes Buch *Technik des Lebendigen* aus 1970 – hier werden eine Fotografie und ein Diagramm überblendet. Es handelt sich aber nicht nur um die Einschreibung eines Regelkreises auf einem Foto, vielmehr kann von der Sichtbarmachung eines Regelkreises in einem potenziell ‚kybernetisierbaren‘ Vorgang gesprochen werden.

Auch Pias hat von Cubes Diagramm

vom „Kochen am eigenen Herd“ behandelt: er beschreibt dieses und ähnliche Bilder als „Illustrationen aus populärkybernetischen Lehrbüchern“ und stellt an ihnen fest, dass es „die immer gleichen Diagramme“ sind, die sich auf ganz verschiedene Wirklichkeitsbereiche und Sachverhalte beziehen lassen und dabei „die immer gleichen Regelkreise völlig heterogene Wissensbereiche strukturieren sollen“.⁶⁵ Diese Reihe von Diagrammen handelt von besonders ‚anschaulichen‘ Sichtbarmachungen von Regelkreisen, ihnen wird in Kap. 2.3.6. nachgespürt. Trotz – oder gerade wegen – der populären Ausrichtung von Cubes Buch lassen sie die diagrammatische Struktur des Regelkreises an den verschiedensten Bildformen evident werden. Die Ausgangslage des Bildlichen in der Kybernetik hat Michael Hagner behandelt, er hat sich die „Bilder der Kybernetik“ mit einem Fokus auf Bilder von Körper und Gehirn behandelt. Hagner beschreibt die Funktion von kybernetischen Bildern als Modelle und Artefakte der Modellierung:

„Ihr epistemischer Gegenstand ist nicht der Körper, sondern ein Modell vom Körper, das charakterisiert ist durch gesetzmäßige Vorgänge wie Regulation, Symbolverarbeitung oder Rückkopplung, die aber keineswegs nur in organischen Wesen realisiert sein müssen. Genau diese Vorgänge machen den Bildbestand der Kybernetik aus.“⁶⁶

Hagner macht kybernetische Bilder an den Vorgängen der „Regulation, Symbolverarbeitung oder Rückkopplung“ fest. Sie zeigen sich immer nur am Modell des Gegenstands und nicht am Gegenstand selbst. Egal, ob es um Körper, Computer oder Kochen geht – was daran als

⁶⁵ Vgl. Pias, „Unruhe und Steuerung“, S. 304.

⁶⁶ Hagner, „Bilder der Kybernetik“, S. 385.

kybernetisch hervorgehen soll, situiert sich in einer entsprechenden „abstrahierende[n] und generalisierende[n] Modellhaftigkeit“⁶⁷. Die mediale Form dieser kybernetischen Modellierung und Abstraktion stellt in vielen Fällen das Diagramm dar. Und in Diagrammen hat die Kybernetik das „Argumentieren in visuellen Analogien“ besonders auffallend betrieben.⁶⁸

Welche Art von wissenschaftlichen Bildern stellen kybernetische Bilder dar? Um sie zu kategorisieren kann an Mersch angeknüpft werden, der wissenschaftliche Bilder vor allem in epistemischer Hinsicht unterschieden hat. Die von ihm aufgestellten Kategorien reflektieren, wie Bilder in den Wissenschaften generiert werden, unter welchen Bedingungen sie zustande kommen und wie sie sich in zeichentheoretische bzw. bildtheoretische Diskurse einordnen lassen:

„Wir bekommen es [...] mit verschiedenen Bildtypen zu tun, die einerseits durch die optischen Apparate oder andere Aufzeichnungsinstrumente generiert werden und deren semiotisches Format die ‚Spur‘ oder ‚Index‘ ist, andererseits mit den ‚abstrakten‘ Bildformen wie Graphen, Pläne, Modelle oder Diagramme, die weit eher Theorien ähneln als Abbildungen.“⁶⁹

Mersch verdeutlicht hier, dass „abstrakte Bildformen“ wie das Diagramm Theorien gleichen – an anderer Stelle spricht er davon, dass „Graphen oder Diagramme Konstruktionen darstellen“.⁷⁰ In diese Kategorie wissenschaftlicher Bilder – als Konstruktionen, als Sichtbarmachungen von Theorien – fallen auch Diagramme aus der Kybernetik. Alternativ können Sichtbarmachungen in Form von Diagrammen auch als „Strukturbilder“ bezeichnet werden: „Strukturbilder [...] dienen [...] der strukturierten Darstellung und Analyse von Informations- und Wissenszusammenhängen.“⁷¹ Lars Bluma wiederum hat die Kybernetik insgesamt als „konstruierende Wissenschaft“ charakterisiert.⁷² Kybernetische Diagramme wie in Abb. 3 nähern sich Theorien an, sie stellen nicht bloß Verfahren der Repräsentation dar, oder mit den Worten von Pias: „Kybernetik braucht materielle Anschauungsobjekte, die ihre Theorien verkörpern und lauffähig machen [...]“.⁷³ Kybernetische Bilder dienen so einer Verkörperung und Installation von Theorien, sie sind konkrete „materielle Anschauungsobjekte“, wobei die Betonung auf dem Anschaulichen liegt: erst was sichtbar gemacht wurde, kann angeschaut werden und dann als Basis von Erkenntnisprozessen dienen.

⁶⁷ Vgl. Hagner, „Bilder der Kybernetik“, S. 387.

⁶⁸ Vgl. Pias, „Zeit der Kybernetik“, S. 22.

⁶⁹ Dieter Mersch, „Visuelle Argumente. Zur Rolle der Bilder in den Naturwissenschaften“, in: *Bilder als Diskurse - Bilddiskurse*, hrsg. v. Sabine Maasen/Torsten Mayerhauser/Cornelia Renggli, Weilerswist: Velbrück Wissenschaft 2006, S. 95–116, hier S. 101.

⁷⁰ Vgl. Mersch, „Wissen in Bildern“, S. 116.

⁷¹ Beck/Wöpking, „Diagrammatik – Graphen – Modelle“, S. 346.

⁷² Vgl. Bluma, *Norbert Wiener und die Entstehung der Kybernetik im Zweiten Weltkrieg*, S. 144.

⁷³ Pias/Werner, „Kunst und Kybernetik“, S. 77.

Es ist insofern kennzeichnend für kybernetische Bilder, dass sie andere Bedingungen des Denkens und Verstehens erschließen.

Diese Arbeit wird im Folgenden nochmals im Detail die Begriffe von Sichtbarmachung, Diagramm und Diagrammatik beleuchten um daran anschließend eine Analyse kybernetischer Bilder und Diagramme durchzuführen. Mit der Sichtbarmachung von Regelkreisen werden immer explizit kybernetische Bilder hergestellt, deren diagrammatische Konfiguration auch etwas spezifisch Kybernetisches ausweist. Der Regelkreis bildet ein Modell, das in graphischer Form immer wieder vergegenwärtigt und für die kybernetische Geltungen im Bildlichen verantwortlich wurde.

2. Sichtbarmachungen der Kybernetik im Bildlichen

2.1. Sichtbarmachung

2.1.1. Konzept und Begriff

Um einen theoretischen Rahmen für das Bildliche einer Wissenschaft zu eröffnen, kann das Konzept der Sichtbarmachung einen sinnvollen Zugang bieten. Charakteristisch an Sichtbarmachung ist, dass sie bewusst hergestellt sind und darin meist auf das unmittelbare Sehen und Erkennen im Visuellen für Andere abzielen. Diese beiden Aspekte wurden als zentral für die Beschäftigung mit Sichtbarmachungen beschrieben:

„Um zu begreifen, was Sichtbarmachungen zeigen, muss [...] sowohl von der Herstellung und Sichtbarkeit der Bilder als auch von ihrer Betrachtung gehandelt werden. Denn die erhofften Einsichten sind nicht in den Bildern enthalten, sie können sich erst einstellen, wenn die Bilder den Betrachter sehen machen.“⁷⁴

Sichtbarmachungen zielen also in besonderer Weise auf den Akt des „sehen machen[s]“, der ganz konkret mit Betrachtung rechnet. Insofern lässt sich Sichtbarmachung als Phänomen fassen, das sich an der Kategorie des Performativen abarbeitet, denn „[a]ls Sichtbarmachungen sind Bilder stets performativ“.⁷⁵ Alloa hat nicht nur untermauert, dass Sichtbarmachungen auf Performativität gründen, sondern auch, dass sie den „Prozess einsehbar“ machen, der mit dem Herstellen von Sichtbarkeit einhergeht:

⁷⁴ Arno Schubach, „Was sich in Bildern alles zeigen kann. Überlegungen mit Blick auf die Visualisierung von Netzwerken“, in: *Zeigen. Die Rhetorik des Sichtbaren*, hrsg. v. Gottfried Boehm/Sebastian Egenhofer/Christian Spies, München: Fink 2010, S. 207–230, hier S. 218.

⁷⁵ Vgl. Emmanuel Alloa, „Darstellen, was sich in der Darstellung allererst herstellt: Bildperformanz als Sichtbarmachung“, in: *Bild-Performanz*, hrsg. v. Ludger Schwarte, München: W. Fink 2011, S. 33–60, hier S. 53.

„Sichtbarmachen bedeutet dann soviel, dass in der Darstellung etwas hergestellt wird, was nicht bereits vorliegt; mehr noch: in der Darbietung einer Sichtbarkeit wird der Prozess einsehbar, durch den etwas überhaupt zur Sichtbarkeit gelangte.“⁷⁶

Alloa verdeutlicht hier den Akt des Machens, des Produzierens, der auch jedem Wissen-Schaffen innewohnt, denn Wissenschaft kann nur betrieben werden, da sie ein zu schaffendes Wissen in Aussicht stellt. So können Sichtbarmachungen grundsätzlich zum „Grundriß und Grundgestus“ für bestimmte wissenschaftliche Vorgehensweisen werden, denn häufig geht es um das Anschaulichmachen von eigentlich nicht sichtbaren Sachverhalten:

„Es ist wohl nicht zu weit hergeholt, wenn man behauptet, daß das Sichtbarmachen von etwas, das sich nicht von sich aus zeigt, das also nicht unmittelbar evident ist und vor Augen liegt, den Grundriß und Grundgestus der modernen Wissenschaft überhaupt ausmacht.“⁷⁷

Rheinberger trifft diese Aussage zunächst für die „moderne[] Wissenschaft“, für die Kybernetik kann sie ebenso stark gemacht werden. Wenn von Sichtbarmachen die Rede ist, muss jedenfalls auch von den Medien der Sichtbarmachung gesprochen werden, also jenen visuellen Formen und Darstellungsweisen, die das Sichtbarmachen zuallererst organisieren. Dieter Mersch beschreibt in dieser Hinsicht eine Entwicklung von Wissenschaften, die auf Sichtbarmachungen und visuellen Medien aufbaut: „In diesem Sinne ist die Geschichte der Wissenschaften [...] auch eine Geschichte von Bildern, von visuellen Medien und Sichtbarmachungen aller Art.“⁷⁸ Die Geschichte der Kybernetik müsste sich entsprechend auch als Geschichte darstellen lassen, deren Stränge sich auf Formen bildlichen Schaffens, Argumentierens und Kommunizierens beziehen lassen. Sichtbarmachungen bildet deren zentralen Gestus.

Worin besteht das Spezifische von wissenschaftlichen Sichtbarmachungen? Strategien der Sichtbarmachung gründen insbesondere auf einem naturwissenschaftlich geprägten Umgang mit Bildern. Jene Bilder, die Sichtbarmachungen darstellen, finden sich vor allem dort, wo Erkenntnisse überhaupt erst auf Basis von einem Akt des Visualisierens gewonnen werden können. In der wissenschaftlichen Praxis differenzieren sich solche Visualisierungen entsprechend von der sprachlichen Form des Diskurses:

„Mit Visualisierung in der Wissenschaft meinen wir in der Regel einen Vorgang, der auf graphisch-bildnerische Mittel zurückgreift anstatt auf verbale Beschreibungen und auf Formeln. Der grundlegende Unterschied wäre also der zwischen Text und Bild.“⁷⁹

⁷⁶ Ebd.

⁷⁷ Hans-Jörg Rheinberger, „Sichtbar Machen. Visualisierung in den Naturwissenschaften“, in: *Bildtheorien. Anthropologische und kulturelle Grundlagen des Visualistic Turn*, hrsg. v. Klaus Sachs-Hombach, Frankfurt a. M.: suhrkamp 2009, S. 127–145, hier S. 127.

⁷⁸ Dieter Mersch, „Naturwissenschaftliches Wissen und bildliche Logik“, in: *Konstruierte Sichtbarkeiten. Wissenschafts- und Technikbilder seit der Frühen Neuzeit*, hrsg. v. Martina Heßler, München: W. Fink 2006, S. 405–420, hier S. 407.

⁷⁹ Rheinberger, „Objekt und Repräsentation“, S. 57.

Visualisierungen sind originär bildlicher Natur und von Texten abzugrenzen, deren medialer und wissenschaftlicher Ansatz auf der Erfassung von Phänomenen durch Sprache basiert. Im Gegensatz dazu wird in Visualisierungen das Bildliche zum Medium der Erfassung. Was solche Visualisierungen auszeichnet, ist dann etwa die „Erzeugung bildlicher Evidenz“⁸⁰ – eine Evidenz, die so erst aus dem Vorliegen im Visuellen hervorgeht. Die Herstellung von Sichtbarmachungen nimmt entsprechend auch eine bedeutsame Rolle in der wissenschaftlichen Arbeit ein – inklusive eigener Instrumente, Praktiken und Konventionen. Stets werden in wissenschaftlichen Veröffentlichungen aber auch Zusammenhänge gebildet zwischen Sichtbarmachung und diskursivem Text, so dass beide in ein unauflösliches Verhältnis zueinander treten und nur als Koppelung betrachtet werden können:

„Tatsächlich sind Bildlichkeit und Textualität im Rahmen wissenschaftlicher Argumente nicht zu trennen. Entfalten dabei die Texte deren eigentliche diskursive Struktur, fällt Bildern die epistemische Funktion einer *Beglaubigung durch Sichtbarmachung* zu. Sie erzeugt Geltung nicht durch Gründe, sondern durch Evidenz.“⁸¹

Die Verschaltung von Bild und Text kann insofern als mediales Grundmuster beschrieben werden, dass konstitutiv ist für Zugriffe der Wissenschaft. Das Schaffen von Evidenz bildet dabei ein Vorhaben, dem auch die Kybernetik folgt um Phänomenen Sichtbarkeit zu verleihen, die sie sonst gar nicht hätten.

Begrifflich können „Sichtbarmachung“ und „Visualisierung“ nebeneinander verwendet werden,⁸² allerdings schlägt Matthias Bruhns auch folgende Differenzierung vor:

„Sie [Sichtbarmachung, Anm. D.S.] kann sowohl durch Übersetzung von Zahlenwerten aus Messungen erfolgen, wie sie in bildgebenden Verfahren stattfindet. In empirischer Hinsicht unterscheidet sie sich dadurch von Visualisierungen, bei denen Objekte von Grund auf generiert oder Prozesse simuliert werden, z. B. bei der Prognose von Klimaentwicklungen oder Wetterverhältnissen [...].“⁸³

Visualisierungen bilden also Sonderfälle von Sichtbarmachung. Die Kybernetik hat es seltener mit dem Spezialfall der Visualisierung zu tun, denn ihr Augenmerk liegt in einer Modellierung von Gegenständen als Regelkreise, die so auch existieren. In dieser Arbeit spielt deshalb Sichtbarmachung im weiteren Sinn eine Rolle, weil diese Perspektive „den produktiv-konstruktiven Aspekt der Bildherstellung in der wissenschaftlichen Praxis“⁸⁴ hervorkehren

⁸⁰ Vgl. ebd.

⁸¹ Dieter Mersch, „Naturwissenschaftliches Wissen und bildliche Logik“, in: *Konstruierte Sichtbarkeiten. Wissenschafts- und Technikbilder seit der Frühen Neuzeit*, hrsg. v. Martina Heßler, München: W. Fink 2006, S. 405–420, hier S. 416.

⁸² Vgl. Matthias Bruhn, „Sichtbarmachung/Visualisierung“, in: *Das Technische Bild. Kompendium zu einer Stilgeschichte wissenschaftlicher Bilder*, hrsg. v. Horst Bredekamp/Birgit Schneider/Vera Dünkel, Berlin: Akademie 2008, S. 132–35.

⁸³ Matthias Bruhn, *Das Bild. Theorie - Geschichte – Praxis*, Berlin: Akademie 2009, S. 210.

⁸⁴ Bruhn, „Sichtbarmachung/Visualisierung“, S. 132.

kann. Das folgende Kapitel stellt den Versuch dar den Gestus des Sichtbarmachens von ausgewählten kybernetischen Bildern her zu begreifen, die sich selbstreflexiv mit den kybernetischen Sichtweisen beschäftigen.

2.1.2. Konnex zur Kybernetik

Sichtbarmachung stellt einen Vorgang dar, bei dem etwas eigentlich Unsichtbares sichtbar gemacht werden soll, das sich also ohne die Sichtbarmachung als nicht unmittelbar zugänglich erweist. Die Frage drängt sich auf, um welche Unsichtbarkeiten es in der Kybernetik geht. Für eine Wissenschaft mit interdisziplinären Ansprüchen und solchen Gegenständen, die immer auch anderen Wissenschaften zuordenbar sind, ist diese Frage umso bedeutsamer. Werden in kybernetischen Sichtbarmachungen auch dezidiert kybernetische Gegenstände sichtbar gemacht oder schiebt sich vielmehr eine kybernetisch geprägte Perspektivierung und Modellierung von Gegenständen in den Vordergrund? Anhand zweier Diagramme kann ein erster Zugang zu diesen Fragen gegeben werden.

Eine Zeichnung (Abb. 5) aus 1959 kann stellvertretend für Herangehensweisen und Ansprüche kybernetischen Sichtbarmachens stehen. Gegenstände werden gleich einem Blick durch ein Mikroskop – das technisch-wissenschaftliche Instrument der Sichtbarmachung schlechthin – beobachtet, nur ist es die „kybernetische Analyse“, die den Blick schärft, ihn einrichtet und eine bestimmte Wahrnehmung der Gegenstände überhaupt erst hervorbringt. Was für eine kybernetisch konfigurierte Beobachtung – eben die im Bild eingerichtete „kybernetische Analyse“ – sichtbar wird, sind nicht nur ausgewählte

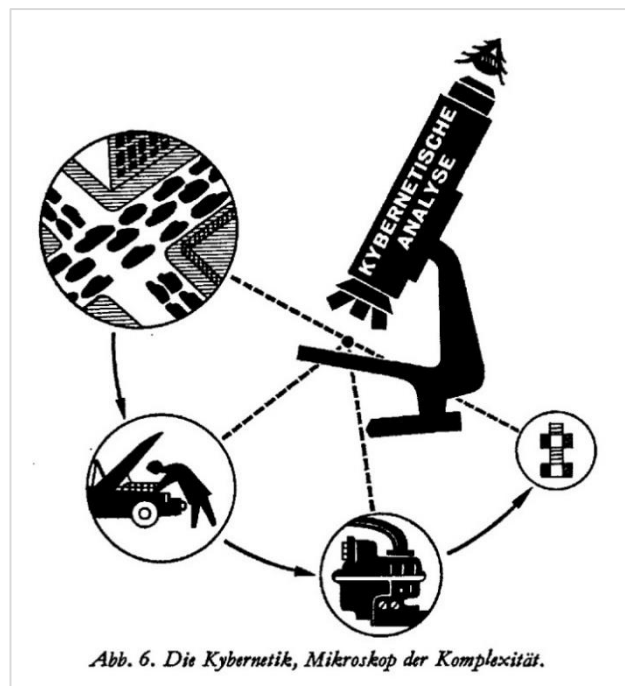


Abb. 6. Die Kybernetik, Mikroskop der Komplexität.

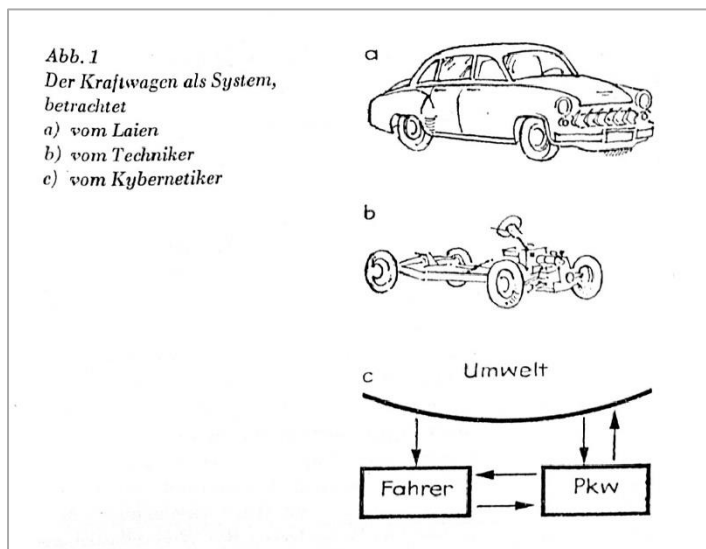
Abb. 5

Eigenschaften der analysierten Gegenstände, sondern *Relationen*: der Brennpunkt, an dem normalerweise das Präparat liegt, ist in der Abbildung nicht ein einzelnes Objekt, sondern ein (virtueller) Punkt, an dem ein kreisförmiger Verbund verschiedener Ansichten zusammenläuft. Zusammenhänge werden hier ausgehend vom Autoverkehr auf einer Kreuzung sichtbar gemacht; die Kreuzung mit Autos verweist entsprechend auch auf einzelne Fahrzeuge und ihr Innenleben; davon lässt sich auf den Motor als ‚Herzstück‘ eines Fahrzeugs schließen; was

dann wieder auf ein Detail – eine Verschraubung (?) – an diesem Motor hindeutet. *Schon der kybernetische Beobachtungs- und Analyseprozess verfährt kreisförmig, er lehnt sich an die Kreisstrukturen der Kybernetik an.* In dem kreisförmig verlaufenden Perspektivenwechsel werden Funktionsweisen von Gegenständen erfasst, Kontexte erschlossen und ganz bestimmte Wahrnehmungsweisen in einem Akt des Sichtbarmachens konstruiert:

„Die Fakten, welche die Kybernetik für ihre Arbeit [...] benötigt, entnimmt sie den verschiedenartigsten, oftmals höchst komplizierten Vorgängen und Erscheinungen, wie z.B. [...] dem Verhalten des Menschen einschließlich seiner Sprache, seiner Wissenschaften und Künste – natürlich auch dem Verhalten automatischer Maschinen bis zu den allerkompliziertesten Systemen. / Aus den gewonnenen Fakten und Daten zieht die Kybernetik *abstrakte* Schlußfolgerungen, die sich dann nicht speziell auf einen konkreten Gegenstand beziehen, sondern auf jeden beliebigen der gegebenen Art angewendet werden können.“⁸⁵

Es ist das Absehen von der Konkretheit eines einzelnen Gegenstandes hin zur abstrakten Geltung des Modellhaften, das nicht nur für den Einzelfall gilt, sondern alle Fälle einer bestimmten Art von Gegenständen betreffen soll. Die Kybernetik erschließt sich die Gegenstände, die unter ihr Mikroskop gelangen, nach ihren eigenen Regeln. Auch liegt in der bildlichen Prägung eines Mikroskopvergleichs eine Legitimationsstrategie, mit der sich die Kybernetik im Anschluss an Naturwissenschaften etablieren soll. Die im Bild dargelegte Relationalität verweist auf den diagrammatischen Gehalt, der kybernetischen Sichtweisen innewohnt und besonders in Diagrammen sichtbar wird.



Ein anderes kybernetisches Bild stellt Abb. 6 dar. Die „kybernetische Analyse“ hat hier ihre Abstraktion und Modellbildung bereits vollzogen, der Gegenstand – ein „Kraftwagen als System“ – ist bereits in eine Anordnung von Black Boxes⁸⁶ umgewandelt worden. Interessant ist, dass die Kybernetik nicht nur das isolierte Fahrzeug sieht – wie es offenbar „Laien“ und „Techniker“

Abb. 6

tun –, sondern in ihrer Sichtweise immer schon Mensch und Umwelt hinzuzieht. Das Diagramm, dass hier ausgehend vom „Kraftwagen“ gebildet wurde, ist auch schon in die Form

⁸⁵ Lew P. Teplow, *Grundriß der Kybernetik. Ein populärwissenschaftlicher Überblick*, Berlin: Volk und Wissen Volkseigener Verl. 1966, S. 18f.

⁸⁶ Vgl. zur kybernetischen Black Box: Kap. 2.3.2.

des Regelkreises gebracht. Es scheint, also ob erst diese Art der Darstellung den Sachverhalt als kybernetischen Gegenstand qualifiziert. Im Zuge dessen wird die kybernetische Sichtweise – als Bild – zur visuellen Tatsache.

An solchen plakativen Gegenüberstellungen wird deutlich, welche „Transformationen von Wissen“⁸⁷ die Kybernetik gerade auch diagrammatisch vollzieht: ihre Relationen bilden sich nicht nur am einzelnen Objekt, sondern vielmehr in der Beziehung von Objekten in ihrer Anordnung. Die Kybernetik verfährt also diagrammatisch, wenn sie ein Fahrzeug nur in Relation zu fahrenden Personen und Umwelt fasst. Sie vollzieht Abstraktionsprozesse, die sie nach eigenen Regeln vollzieht und dabei auch ihre eigenen Sichtweisen – auch in Form kybernetischer Bilder – etabliert. Außerdem deutet sich hier die spezifisch kybernetische Kompetenz an, zwischen unterschiedlichen Abstraktionsgraden zu unterscheiden und vermitteln zu können, ja besondere Übersetzungsleistungen zu vollbringen, welche den Perspektiven von Laien oder Technikern verborgen bleiben.

Der kybernetische Mikroskop-Blick lässt also nur solche Sichtweisen zu, wie sie Abb. 6 beispielhaft anhand des Fahrzeugs zeigt. Gegenstände werden in der Perspektive der Kybernetik als Sichtbarmachungen konstruiert. Was sich anhand dieser Diagramme andeutet, hat Pias als das Anbahnen einer „neue[n] Ordnung der Dinge“ bezeichnet: „In der diagrammatischen Modellierung von Regelkreisen [...] zeichnet sich [...] eine neue Ordnung der Dinge ab“.⁸⁸ Diese Neuordnung wird auch graphisch mitvollzogen – in Operationen der Abstraktion, in der diagrammatischen Konfiguration von Relationen.

2.1.3. Zugänglich machen und bildliche Erkenntnis der Kybernetik

Das Hinzuziehen oder Weglassen von Bildern in wissenschaftlicher Beschäftigung ist keinesfalls zufällig oder willkürlich. Gerade Sichtbarmachungen können als Bilder gesehen werden, die „Wissen [...] als solches allererst generieren“ und damit von „Konstruktivität“ geprägt sind.⁸⁹ Sie sind keineswegs Bilder ‚nach der Natur‘, sondern visuelle Konstruktionen. Solche Bilder prägen sowohl die wissenschaftliche Zugangsweise selbst als auch die Wahrnehmung von Wissenschaft in ihrem Außen. Sowohl Bilder als auch Begriffe stehen sodann in enger Abhängigkeit zu den Wissen-Schaffenden:

⁸⁷ Bauer/Ernst, *Diagrammatik*, S. 23.

⁸⁸ Pias, „Zeit der Kybernetik“, S. 25.

⁸⁹ Vgl. Mersch, „Wissen in Bildern“, S. 109.

„Der Wissenschaftler greift aktiv in den Entstehungsprozeß der Visualisierungen ein: Er gestaltet ein Bild. Eine Dimension der Bilderfrage betrifft die Autorschaft – ein Bild ist eine Fläche / ein Raum / ein Ort, die / der strukturiert und geordnet ist. Damit sind Bestimmungen, Absichten, Sinngebungen verbunden.“⁹⁰

Die Entstehung von Bildern unterliegt einer „Autorschaft“, die nicht wertfrei verfährt, sondern „Bestimmungen, Absichten, Sinngebungen“ miteinschließt – auch in der Wissenschaft treten Bilder als absichtsvoll gestaltet auf. Faktoren wie die „ästhetische[] Erfahrung der Wissenschaftler“ oder die einer Disziplin zugrunde liegenden „Repräsentationsmöglichkeiten und -normen“ beeinflussen immer auch die Bilder, die innerhalb wie außerhalb einer Wissenschaft vorkommen.⁹¹

Hinter Herstellung und Einsatz von kybernetischen Bildern liegen Beweggründe, die sich heute nur mehr eingeschränkt rekonstruieren lassen. Eine Arbeit wie diese kann dies nicht leisten, doch lassen sich zumindest ein paar Andeutungen und Vermutungen anstellen. Eine naheliegende Deutung für den Einsatz von Bildern in der Kybernetik könnte der Wunsch nach Popularisierung und Zugänglichkeit darstellen:

„Bilder sind ein leichter zugängliches Medium der Kommunikation als die (begriffliche) Sprache [...]. Die leichtere Zugänglichkeit visueller Formen der Repräsentation ermöglicht es den Wissenschaftsbildern, einen besonderen Einfluss auf das populäre Bild von Wissenschaft zu gewinnen, so dass sie zu Mitteln der Überzeugung [...] werden können.“⁹²

Für die Kybernetik kann angenommen werden, dass sie als neu begründete Wissenschaft der Nachkriegszeit eben auch auf Bilder als Mittel der Popularisierung zurückgegriffen hat. Angesichts der ‚Neuheit‘ einer Wissenschaft müssen auch mögliche Etablierungsbestrebungen unterstellt werden, die Neuheit der Kybernetik und ihre interdisziplinäre Ausrichtung verlangte nach Festigung im Wissenschaftsbetrieb und der Gesellschaft.⁹³ Verbunden mit dem interdisziplinären Anspruch der Kybernetik war auch der gelingende Austausch mit anderen Wissenschaften, was die Kommunikation kybernetischer Konzepte auf unterschiedlichem Weg mit möglichst großer Zugänglichkeit nötig gemacht hat. Aumann hat beispielhaft nachgezeichnet, wie sich die Etablierung der Kybernetik in der BRD einerseits in einer wissenschaftlichen Sphäre vollzogen hat, sich parallel dazu aber auch in entsprechenden Diskursen der öffentlichen, journalistischen bzw. populärwissenschaftlichen Sphäre ereignet

⁹⁰ Bettina Heintz/Jörg Huber, „Der verführerische Blick. Formen und Folgen wissenschaftlicher Visualisierungsstrategien“, in: *Mit dem Auge denken. Strategien der Sichtbarmachung in wissenschaftlichen und virtuellen Welten*, hrsg. v. Bettina Heintz/Jörg Huber, Zürich [u.a.]: Edition Voldemeer/Springer-Verl. 2001, S. 9–40, hier S. 31.

⁹¹ Vgl. Nikolow/Bluma, „Die Zirkulation der Bilder zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit“, S. 53.

⁹² Bernd Hüppauf/Peter Weingart, „Wissenschaftsbilder - Bilder der Wissenschaft“, in: *Frosch und Frankenstein. Bilder als Medium der Popularisierung von Wissenschaft*, hrsg. v. dens., Bielefeld: transcript 2009, S. 11–43, hier S. 14.

⁹³ Vgl. Bluma, *Norbert Wiener und die Entstehung der Kybernetik im Zweiten Weltkrieg*, S. 139.

hat.⁹⁴ Dabei haben sich die beiden Sphären auch gegenseitig beeinflusst und teils ähnliche, teils divergierende Auffassungen von Kybernetik entwickelt, sodass eben nicht von einer „Dichotomie zwischen der wissenschaftlichen Kybernetik [...] und der außerwissenschaftlichen“ ausgegangen werden kann, sondern von einer „Heterogenität“, die beide Sphären gleichermaßen betraf.⁹⁵

Die Rolle von Sichtbarmachung im Bildlichen kann also für die Kybernetik durchaus als Versuch des Zugänglichmachens gedeutet werden. Davon unabhängig eröffnet sich in Sichtbarmachungen immer auch ein visuelles Potenzial, das den Rahmen für epistemologische Prozesse bildet, die spezifisch vom Bildlichen abhängig sind. Sichtbarmachungen bedingen insofern spezifische „Erkenntnisprozeß[e]“:

„Bilder werden auch in der Wissenschaft hergestellt, um betrachtet zu werden. Denn sie erlauben idealiter zu sehen, was anders nicht erkannt werden kann. Dieses Sehen ist somit ein neues und produktives Element im Erkenntnisprozeß.“⁹⁶

Bilder ermöglichen „zu sehen, was anders nicht erkannt werden kann“ – in der Kybernetik ist dieser Gedanken unterschiedlich gewichtet worden: in kybernetischen Veröffentlichungen gab es sowohl eine bewusste Hinwendung zum Bildlichen als auch eine Abkehr davon. Die Entscheidung für oder gegen den Miteinbezug des Bildlichen vollziehen sich in einem Gestaltungsraum, dem wissenschaftliche Beschäftigung letztlich immer unterliegt. Sind Bilder im Spiel, müssen entsprechende Entscheidungen hinsichtlich ihrer Herstellung und Gestaltung getroffen werden. Mit dem Einsatz bildlicher Mittel werden andere Übersetzungsleistungen durch Wissen-Schaffende nötig, denn wissenschaftliche *Erkenntnis* liegt am Beginn jedes Forschens weder in bildlicher, noch in schriftlicher Form vor – wissenschaftliche Gegenstände sind zuallererst „Dinge[]“, die erst durch Forschende in mediale Formen überführt werden. Deshalb kann auch argumentiert werden, dass sich das Bildliche gleichberechtigt neben die sprachliche Form des Diskurses stellen lässt:

„Der Weg von den ‚Dingen‘ zu den ‚Worten‘ – oder zu den Bildern – besteht in einer langen Kette von Übersetzungen, in deren Verlauf die ursprünglichen Meßdaten Schritt für Schritt in symbolische Darstellungen umgewandelt werden, und es sind diese, mit denen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler arbeiten und über die sie kommunizieren.“⁹⁷

Klar wird damit, dass auch Sichtbarmachungen das Ergebnis von Umwandlungen sind, egal, ob solche Umwandlungen automatisiert durch Maschinen oder ‚per Hand‘ durch den Menschen geschehen. An jedem Ende einer „Kette von Übersetzungen“, egal ob das Ergebnis dann

⁹⁴ Vgl. Aumann, *Mode und Methode*, S. 383-390.

⁹⁵ Vgl. ebd., S. 390.

⁹⁶ Arno Schubach, „Gezogene Linien sehen. Sichtbarmachung und Sichtbarkeit von Bildern“, in: *Zeitschrift für Ästhetik und Allgemeine Kunstwissenschaft* 53, 2/2008, S. 217-232, hier S. 221.

⁹⁷ Heintz/Huber, „Der verführerische Blick“, S. 12.

sichtbar-visuell und/oder sprachlich-diskursiv vorliegt, sind menschliche Entscheidungen an der Herstellung des Ergebnisses beteiligt und liefern die Grundlagen für das Kommunizieren darüber und die Weiterarbeit daran. Gerade für die Kommunikation nach außen werden Sichtbarmachungen dann belangreich, denn das Zirkulieren von Bildern über den wissenschaftlichen Bereich hinaus wirft auch andere Ansprüche an diese Bilder auf. Das Bildliche erschließt nämlich andere Möglichkeiten der Weitergabe von Wissen und Erkenntnis, in der Wahrnehmung des Visuellen liegt ein alternativer Zugang zu den ‚Dingen‘ der Wissenschaft: Medialität von Wissenschaft ernst zu nehmen heißt auch ihre Formen medialer Produktion genauer zu betrachten. Als Ergebnis einer Übersetzung eröffnen Sichtbarmachungen neue Wahrnehmungen von Wissenschaft.

In der Kybernetik gestaltet sich die Frage nach der Rolle und Verbreitung verschiedener Bilder insofern als relevant, weil ihr ein „vergleichsweise bilderarme[r] wissenschaftliche[r] Zugriff“ attestiert wurde.⁹⁸ Sichtbarmachung müsste also nicht notwendigerweise Grundgestus kybernetischer Beschäftigung sein. Norbert Wieners *Cybernetics* etwa stellt ein Beispiel für einen eher spärlichen Bildgebrauch dar.⁹⁹ Es enthält zwar viele mathematische Formeln, aber nur wenige Abbildungen oder Diagramme. Das hat der Verbreitung von Wieners Buch im Speziellen und den kybernetischen Ideen im Allgemeinen aber keinen Abbruch getan:

„The book in itself does not invite public interest. It bristles with obscure symbols and what little of the text is free from mathematical formulae is anything but simple. [...] yet it had an instantaneous success.“¹⁰⁰

Die Rolle von Bildern in Wieners Veröffentlichungen lässt sich kontrastieren mit einem kybernetischen Einführungsbuch von Pierre de Latil, das schon 1953 in Frankreich veröffentlicht wurde. Im Gegensatz zu Wieners Buch bezieht es sich über das ganze Buch

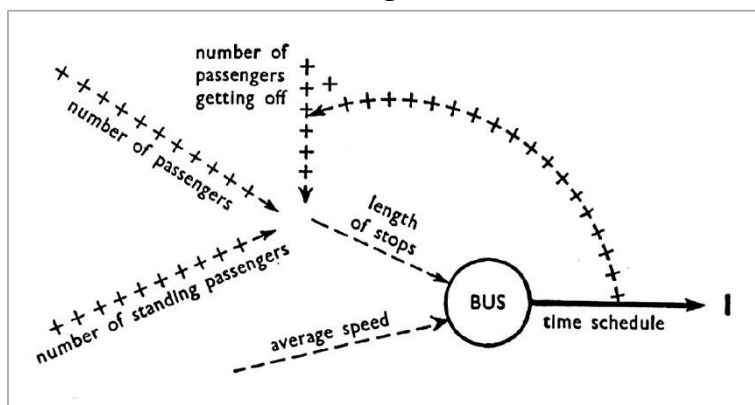


Abb. 7

hinweg auf Diagramme. Latil hat sogar eine eigene, wiedererkennbare ästhetische Form für Diagramme entwickelt, die kybernetische Ideen möglichst zugänglich und verständlich machen will. Fast immer bilden diese Diagramme Beispiel für

⁹⁸ Vgl. Hagner, „Bilder der Kybernetik“, S. 386.

⁹⁹ vgl. Kap. 2.3.4.

¹⁰⁰ Pierre de Latil, *Thinking by Machine. A Study of Cybernetics*, Aus d. Franz. v. Y. M. Golla, London: Sidgwick and Jackson 1956 (Orig. *La Pensée Artificielle*, Paris: Librairie Gallimard 1953), S. 16.

Regelkreise, die sich in Natur, Technik und Gesellschaft vollziehen: von den Faktoren der Verspätung eines Busses (Abb. 7), über automatische Filmkopiererstellung¹⁰¹ bis hin zur Erklärung des Prinzip eines kybernetischen, „synthetic animal“-Automaten.¹⁰² Eine andere französische Veröffentlichung aus dem Jahr 1955 stammt von Ducrocq und bietet im gesamten Buch nur ein einziges kybernetisches Diagramm, welches dafür bedeutungsvoll als „Allgemeines Schema des kybernetischen Vorgangs“ beschrieben wird.¹⁰³ Hier etwa tritt deutlich zutage, welche Bedeutung dem Regelkreis für die Kybernetik und seinem Vorliegen in visueller Form zugeschrieben wird. Louis Couffignal, ebenfalls französischer Kybernetiker der ersten Stunde, hat 1958 ein Buch namens *Kybernetische Grundbegriffe* veröffentlicht,¹⁰⁴ das zur Gänze auf Abbildungen verzichtet. Sein Beitrag versteht sich dezidiert als rein sprachlich-diskursive Abhandlung kybernetischer Grundlagen. Um an der Klarheit begrifflicher Setzungen arbeiten zu können hat sein Buch den potenziellen Interpretationsspielraum von Bildern ganz ausgeklammert.

Im Folgenden werden Erläuterungen und Definitionsversuche zur Bildform Diagramm und zur Diagrammatik gegeben, außerdem erste spezifische Aspekte von kybernetischen Diagrammen beleuchtet, die für den Analyseteil in Kap. 2.3. von Relevanz sein werden.

2.2. Diagramm

2.2.1. Diagramm und Diagrammatik

„Diagramme haben klare Zwecke: Sie erklären oder klären auf, *machen sichtbar und veranschaulichen* [Herv. D.S.] [...]. Ihre Erkenntnisleistung resultiert aus einem Prozess der Abstraktion bei gleichzeitiger Konkretion des Dargestellten.“¹⁰⁵

Diagramme bilden ein zentrales Medium der Sichtbarmachung. Sachverhalte und Gegenstände werden in Diagrammen einerseits in abstrakter Form dargeboten, andererseits auch einer „Konkretion des Dargestellten“ zugeführt. Zum Verständnis dessen, was die Spezifik von Sichtbarmachung in Diagrammen ausmacht, soll im Folgenden auf die Diagrammatik zurückgegriffen werden. Eine Differenzierung der Begrifflichkeiten wird an dieser Stelle nötig:

¹⁰¹ Latil, *Thinking by Machine*, S. 97f.

¹⁰² Latil, *Thinking by Machine*, S. 236.

¹⁰³ Albert Ducrocq, *Die Entdeckung der Kybernetik. Über Rechenanlagen, Regelungstechnik und Informationstheorie*, Frankfurt a. M.: Europäische Verlagsanstalt 1959 (Orig. Découverte de la Cybernétique, Paris: René Julliard 1955), S. 21; Ducrocqs Diagramm wird in Kap. 2.3.5. besprochen.

¹⁰⁴ Louis Couffignal. *Kybernetische Grundbegriffe*, Baden-Baden: Agis-Verl. [1962] (Orig. Les Notions de Base, Paris: Gauthier-Villars [1958]).

¹⁰⁵ Birgit Schneider, „Diagrammatik“, in: *Das Technische Bild. Kompendium zu einer Stilgeschichte wissenschaftlicher Bilder*, hrsg. v. Horst Bredekamp/Birgit Schneider/Vera Dünkel, Berlin: Akademie 2008, S. 192–197, hier S. 192.

Diagramm, diagrammatisch, Diagrammatik bzw. Diagrammatologie bilden allesamt miteinander in Verbindung stehende Konzepte mit unterschiedlichen Tragweiten. Eine Abgrenzung ist insofern wesentlich, weil die Analysegegenstände dieser Arbeit zwar hauptsächlich „extern-materielle“¹⁰⁶ Diagramme bilden, die Fragestellungen aber auch miteinschließt diagrammatische Grundlagen der Kybernetik und ihrer Konzepte hervorzukehren. Dies kann sowohl in konkreten Diagrammen passieren als auch in anderen Bildformen, z.B. Zeichnungen oder Photographien. Auch Gilles Deleuze hat solch eine Sichtweise auf Diagramme entwickelt, die über das Diagramm als Bildform hinausgeht und es in Richtung einer theoretischen Setzung ergründet.¹⁰⁷ Entscheidend an solchen Konzeptionen ist, dass sich ihre Sicht nicht in materiell vorliegenden Diagrammen erschöpft. Der Begriff Diagrammatologie wurde von Krämer vorgelegt und beschäftigt sich mit den Implikationen die eine Diagrammatik von einer Grammatik erhält und dadurch auch eine Diagrammatologie im Anschluss an Derridas Grammatologie vorstellbar wird.¹⁰⁸ Vor allem in Krämers Beschäftigungen mit der Diagrammatik geht es um eine systematische Erfassung des Diagrammatischen, welche sich genauso anhand konkreter Diagramme wie an anderen diagrammatischen Phänomenen, etwa „Sternenbildern“, erforschen lässt.¹⁰⁹

Die Verbindung von Kybernetik und Diagrammatik geht über Bilder in ihrer wahrnehmbaren Materialität hinaus. In Anlehnung an die Auffassung der Diagrammatik von Bauer und Ernst können Diagramme auf der einen Seite als materielle Realisierungen und Zeichenträger analysiert werden, gleichzeitig verweist aber jede Betrachtung – von Bildern, von Diagrammen – immer auch auf eine „intern-mentale“ Ebene der Betrachtung, wo sich nicht einfach dieselben graphischen Objekte unverändert realisieren, sondern diagrammatische Strukturen auftauchen „im Sinne von Gedankenbildern mit Funktionen in schlussfolgernden Prozessen“.¹¹⁰ Dieser Gedanke unterstreicht, dass auch kybernetische Diagramme Potenziale besitzen sich konstruierend in die Wahrnehmung einzuklinken und die Erkenntnisse von Betrachtenden zu mobilisieren. Bauer und Ernst haben das Verhältnis Diagramm-Diagrammatik so beschrieben:

„Die Erforschung der Zeichenklasse des Diagramms ist [...] einer der wichtigsten Anwendungsbereiche der Diagrammatik. Als Theorie eines Entwurfs- und Erkenntnisverfahrens geht die Diagrammatik jedoch über gattungstheoretische Fragen zum Diagramm hinaus.“¹¹¹

¹⁰⁶ Ernst/Bauer, *Diagrammatik*, S. 20.

¹⁰⁷ Vgl. Daniela Wentz, „Anschauen und Denken. Neue Perspektiven auf Materialität und Virtualität der Diagramme“, in: *zfm - Zeitschrift für Medienwissenschaft* 8, 1/2013, S. 202–206, hier S. 203f.

¹⁰⁸ Vgl. Sybille Krämer, „Operative Bildlichkeit. Von der 'Grammatologie' zu einer 'Diagrammatologie'? Reflexionen über erkennendes 'Sehen'“, in: *Logik des Bildlichen. Zur Kritik der ikonischen Vernunft*, hrsg. v. Martina Heßler/Dieter Mersch, Bielefeld: transcript 2009, S. 94–122, hier S. 97f.

¹⁰⁹ Vgl. Krämer, „Diagrammatisch“, in: Rheinsprung. Zeitschrift für Bildkritik 11, 5/2013, S. 162–174.

¹¹⁰ Vgl. Bauer/Ernst, *Diagrammatik*, S. 20.

¹¹¹ Ebd., S. 18.

Die Diagrammatik stellt ein Konzept von besonderer Breite dar, es übersteigt die Bildform wissenschaftlicher Diagramme, sie behandelt nach Krämer „alle Formen intentional erzeugter Markierungen, Notationen, Schemata und Karten“.¹¹² Bogen und Thürlemann haben das Konzept der Diagrammatik so erweitert, dass auch solche Bilder Beachtung finden können, die zwar keine Diagramme sind, aber diagrammatische Eigenschaften in sich tragen.¹¹³ Nach Mersch lassen sich Diagramme und Diagrammatik einer bestimmten „Strategie[] der Sichtbarmachung und Sichtbarkeit“ zuordnen. Sie zeichnen sich als „diagrammatische oder ‚graphematische‘ Methoden“ aus, die „Wissen auf abstrakten Tableaus *anordnen* und als solches allererst *generieren*“.¹¹⁴ In der Kybernetik werden Sichtbarmachungen auf Basis solcher „diagrammatische[n] Methoden“ hergestellt.

Allgemein sind die Begriffe Diagramm und Diagrammatik mit einer Überfülle an Bedeutungszusammenhängen in verschiedenen Kontexten und damit einhergehenden Unschärfen in ihrer Bestimmbarkeit verbunden.¹¹⁵ Das mag auch daran liegen, dass sich immer wieder neue Ansätze und Perspektivierungen in der wissenschaftlichen Beschäftigung mit Diagrammen ausmachen lassen.¹¹⁶ Grundsätzlich ist die Beschäftigung mit dem Diagrammatischen anhaltend fruchtbar – auch über Diagramme im engeren Sinn hinweg –, wie sich beispielhaft an der kürzlich veröffentlichten Dissertation von Daniela Wentz zur Diagrammatik von Fernsehserien nachvollziehen lässt.¹¹⁷

Zwei besondere Gehalte von Diagrammen seien zunächst hervorgehoben: einerseits „ihre spezifische epistemische Struktur“ und andererseits „bestimmte[] mediale[] Implikationen“.¹¹⁸ Diagramme sind zwar (auch) Bilder,¹¹⁹ doch ihr epistemischer Gehalt basiert auf spezifisch diagrammatischen Eigenschaften. Mersch charakterisiert diese Eigenschaften wie folgt:

¹¹² Vgl. Sybille Krämer, „Zwischen Anschauung und Denken. Zur epistemologischen Bedeutung des Graphismus“, in: *Was sich nicht sagen lässt. Das Nicht-Begriffliche in Wissenschaft, Kunst und Religion*, hrsg. v. Joachim Bromand/Guido Kreis, Berlin: Akademie 2010, S. 173–92, hier S. 175.

¹¹³ Vgl. Schneider, „Diagrammatik“, S. 194.

¹¹⁴ Vgl. Mersch, „Wissen in Bildern“, S. 109.

¹¹⁵ Vgl. Mersch, „Visuelle Argumente“, S. 103.

¹¹⁶ Vgl. bspw. Wentz, „Anschauen und Denken“.

¹¹⁷ Daniela Wentz, *Bilderfolgen. Diagrammatologie der Fernsehserie*, Paderborn: W. Fink 2017.

¹¹⁸ Vgl. Daniela Wentz, „Bilder/Räume denken. Zum diagrammatischen Bild“, in: *Raum Wissen Medien. Zur raumtheoretischen Reformulierung des Medienbegriffs*, hrsg. v. Dorit Müller/Sebastian Scholz, Bielefeld: transcript 2012, S. 253–269, hier S. 254f.

¹¹⁹ Dies ist nur eine mögliche Sichtweise; Beck/Wöpking beschreiben die verschiedenen existierenden Auffassungen von Diagrammen, wo Diagramm (keine) Bilder sind, oder dies abhängig vom jeweiligen Diagramm ist, vgl. Beck/Wöpking, „Diagrammatik – Graphen – Modelle“, S. 346–348.

„Ihr epistemisches Potenzial [der Diagrammatik, Anm. D.S.] liegt in der Darstellung von relationalen Strukturen, Verteilungen und Richtungen, deren Inskription auf einer Fläche eigene Manipulationen – Verschiebungen, Verknüpfungen, Grenzziehungen, Kombinationen und ähnliches – gestatten, sodass sich Erkenntnis im graphischen Modus selbst vollziehen kann.“¹²⁰

Das „epistemische[] Potenzial“ des Diagrammatischen ließe sich im Prinzip an verschiedensten Bildformen herausarbeiten,¹²¹ doch bleiben Zugänge und Erkenntnismöglichkeiten der Diagrammatik immer auch auf Diagramme rückführbar. Wesentlich an materiellen Diagrammen ist, dass sie auf einem Träger(medium) eingeschrieben werden, denn so erlangen sie einerseits den Überblick und die Handhabbarkeit einer „Flächigkeit“, andererseits offenbart sich im Einschreiben der „Graphismus“ des Diagrammatischen, der „ästhetische und kognitive Erfahrung“ gleichermaßen ermöglichen kann.¹²² Es ist die „Inskription auf einer Fläche“, die erst den medialen Raum für vielfältige „Manipulationen“ eröffnet, seien sie gedanklicher bzw. ‚virtueller‘ Natur oder auch konkret auf der Inskriptionsfläche selbst zu tätigen. Zur maßgeblichen Eigenschaft der Relationalität von Diagrammen hat Krämer festgehalten:

„Ein Linienzug stiftet Verbindung und damit Zusammenhang. Relationen zu zeigen, ist das ‚Heimspiel‘ des Diagramms. Nicht einzelne Gegenstände, sondern ein Verhältnis zwischen Gegenständen wird sichtbar gemacht.“¹²³

Das Diagramm vermittelt also zwischen Gegenständen, seine Sichtbarmachung betrifft ein „Verhältnis“, ein Dazwischen. Aus graphisch dargelegten Diagrammen ergeben sich Möglichkeiten des produktiven Umgangs. In der Sichtbarmachung von Relationen wird deutlich, wie die Kybernetik zu ihrer diagrammatischen Fundierung gelangt und wie sich so „Erkenntnis im graphischen Modus selbst“ vollziehen kann.

Die mediale Konfiguration von Diagrammen lässt sich zunächst charakterisieren als „diagrammatische ‚Bildschriftlichkeit‘“¹²⁴, wobei damit zum Ausdruck gebracht wird, dass Diagramme eine „‚schriftbildliche‘ Hybridform zwischen Bild und Text“¹²⁵ darstellen. Die gemeinsame Präsenz von Bild und Schrift als grundlegende Elemente von Diagrammen ist medial kennzeichnend: in Diagrammen „[erscheinen] Piktoralität und Skripturalität nicht als

¹²⁰ Dieter Mersch, „Aspekte visueller Epistemologie. Zur 'Logik' des Ikonischen“, in: *Image and Imaging in Philosophy, Science and the Arts. Vol. 1*, hrsg. v. Richard Heinrich [u.a.], Heusenstamm: ontos 2011, S. 269–99, hier S. 292.

¹²¹ Gilles Deleuze' Auseinandersetzung mit dem Diagramm kann als Diagrammatik aufgefasst werden, die eben nicht bei der Bildform Diagramm ansetzt, sondern ausgehend von Malereien Francis Bacons entwickelt wurde; vgl. Jakub Zdebik, *Deleuze and the Diagram. Aesthetic Threads in Visual Organization*, London/New York: continuum 2012, S. 18-20; siehe auch Gilles Deleuze, *Francis Bacon. Logik der Sensation*, München: W. Fink 1995, darin insb. S. 62-68 („Das Diagramm“) und S. 83-88 (Kap. „Bacons Weg“).

¹²² Vgl. Krämer, „Diagrammatisch“, S. 164.

¹²³ Ebd., S. 165.

¹²⁴ Vgl. Mersch, „Wissen in Bildern“, S. 120.

¹²⁵ Martina Heßler/Dieter Mersch, „Bildlogik oder Was heißt visuelles Denken?“, in: *Logik des Bildlichen. Zur Kritik der ikonischen Vernunft*, hrsg. v. dens., Bielefeld: transcript 2009, S. 8–62, hier S. 12.

getrennte Register“.¹²⁶ Diagramme vereinen „das Ikonische mit dem Skripturalen“ und zwar in einer Ordnung, die visuell organisiert ist.¹²⁷ Mersch und Heßler bringen diese mediale Fundierung von Diagrammen als Hybride auf folgende Aussage:

„Man kann deshalb sagen, dass diagrammatische und graphematischen [sic] Hybride ein eigenes visuelles Genre bilden, das in einem strikten Sinne weder dem Bildlichen noch dem Schriftlichen zugeschlagen werden kann, auch nicht im ‚zwischen‘ ihnen changiert, sondern Logik und Ikonik bzw. Visualität und Diskursivität miteinander verschränkt.“¹²⁸

Diagramme bilden eine facettenreiche Bildform, die sich historisch weit zurückverfolgen lässt und deren Auffassungen und Einsatzgebiete sich mit der Zeit laufend verändert haben. Bis heute finden sich aber gleichsam konstante Charakteristika in Diagrammen wieder:

„Seit der Antike tauchten Diagramme in sehr unterschiedlichen Zusammenhängen auf, wobei gerade ihre *abstrahierende und ordnende Funktion* [Herv. D.S.] im Vordergrund stand. Sie fanden Verwendung als kosmologische, mystische, wissenschaftliche oder zunehmend logistische Figuren, bevor sie mit der Moderne dann sinnbildend für ein nicht-repräsentationales Denken in Strukturen und Relationen, in Verhältnissen und Funktionen geworden sind.“¹²⁹

Die „abstrahierende und ordnende Funktion“ stellt eine bis heute bewahrte, relativ stabile Eigenschaft von Diagrammen dar, während die Bedeutung für „nicht-repräsentationales Denken“ eine eher jüngere Konnotation darstellt. Gerade das Nicht-Repräsentationale der Diagrammatik ist beachtenswert und wurde besonders in der künstlerischen Beschäftigung mit Diagrammen umgesetzt.¹³⁰ Eine gegenwärtige Bestandsaufnahme der Sichtweisen auf Diagramme lautet folgendermaßen:

„Der Begriff des Diagramms (griechisch für: durch Zeichnung, d.h. mithilfe einer Zeichnung gegeben) deckt eine ganze Reihe unterschiedlicher grafischer Lösungen ab (z.B. Pfeil-, Balken- oder Tortendiagramm, Organigramm) und wird auch alternativ zu ‚Grafik‘, ‚Bildsymbol‘, ‚Illustration‘ und anderen Begriffen verwendet, die ihrerseits einen Bildcharakter zum Ausdruck bringen.“¹³¹

Diagramme sind als „grafische Lösungen“ nicht immer ganz klar von anderen Bildformen unterscheidbar, bieten jedoch verschiedene Möglichkeiten im Graphischen darzulegen und zu operieren. Deutlich wird hier, dass aktuelle Auffassungen des Diagramms wesentlich auf einem Vorliegen in graphischer Form beruhen.

Es lassen sich aus der jüngeren Vergangenheit eine ganze Reihe von Aussagen zum spezifischen Charakter von Diagrammen anführen: für Wentz handelt es sich – mit einer gewissen Vorläufigkeit – bei Diagrammen „um Darstellungen, deren epistemischer Charakter

¹²⁶ Vgl. Mersch, „Wissen in Bildern“, S. 120.

¹²⁷ Vgl. ebd., S. 118.

¹²⁸ Heßler/Mersch, „Bildlogik oder Was heißt visuelles Denken?“, S. 32.

¹²⁹ Susanne Leeb, „Einleitung“, in: *Materialität der Diagramme. Kunst und Theorie*, hrsg. v. ders., Berlin: b_books 2012, S. 7–32, hier S. 8.

¹³⁰ Vgl. ebd., S. 7–32.

¹³¹ Bruhn, *Das Bild*, S. 170.

sich vorwiegend ihrer räumlich-topologischen Organisation verdankt“.¹³² Stetter formuliert noch grundsätzlicher: „Was also macht das Diagramm zum Diagramm? Es ist [...] die exhibitiv Darstellung eines Sachverhalts mit graphischen Mitteln.“¹³³ Bruhn beschreibt Diagramme als „Geometrisierungen oder Typisierungen von Formen“¹³⁴ und Zdebik, der sich mit dem Deleuze'schen Diagrammverständnis beschäftigt hat, beginnt seinen Text folgendermaßen:

“The diagram is defined as a geometrical figure used to illustrate theorems. It can also be a sketch, a drawing or a plan that explains a thing by outlining its parts and their relationships [...]. Finally, a diagram can be defined as a chart or a graph explaining or illustrating ideas and displaying statistics.”¹³⁵

Der Einsatz graphisch-visueller Mittel und eine Darlegung in räumlicher Dimension stellen Gemeinsamkeiten in allen Definitionsversuchen dar, hervorstechend sind gerade die dem Diagramm zugeschriebenen ordnenden und erklärenden Eigenschaften. Zdebik verdeutlicht, dass Diagramme zur Anschauung bringen, welche innere Zusammengesetztheit ein dargestellter Gegenstand besitzt, wie er durch seine Teile gebildet wird und wie diese Teile untereinander verbunden sind. Solche Gegenstände können jedoch auch der gedanklich-geistigen Sphäre angehören, Zdebik spricht eben auch von „theorems“ oder „ideas“. Für die Kybernetik ist von entsprechender Bedeutung, dass sich auch Ideen und Theorien in Diagrammen zeigen lassen. In Definitionsversuchen zum Diagramm wird außerdem an Charles S. Peirce angeknüpft, der eine semiotische Einordnung von Diagrammen anhand ihres Status als ikonische Zeichen vorgenommen hat: „Being an icon, the diagram is characterized by its similarity to its object – [...] the diagram represents it through a skeleton-like sketch of relations.”¹³⁶ Auch in Peirce's Sichtweise bildet Relationalität das Grundmuster von Diagrammen: Relationen werden skizzenhaft, reduziert, „skeleton-like“ repräsentiert. Zu fragen wäre hier, wie durch die diagrammatische Darlegung von Relationen eigentlich repräsentiert werden kann, ist doch die Art der Ähnlichkeit zwischen Gegenstand und entsprechendem Diagramm einem bewussten Akt der Auswahl unterworfen. Eine Erklärung besteht darin, dass Peirce Diagramme eben in die Zeichenklasse der Ikone einordnet: diese

¹³² Wentz, „Bilder/Räume denken“, S. 255.

¹³³ Christian Stetter, „Bild, Diagramm, Schrift“, in: *Schrift. Kulturtechnik zwischen Auge, Hand und Maschine*, hrsg. v. Gernot Grube/Werner Kogge/Sybille Krämer, München: W. Fink 2005, S. 115–35, hier S. 122.

¹³⁴ Bruhn, *Das Bild*, S. 169.

¹³⁵ Zdebik, *Deleuze and the Diagram*, S. 1.

¹³⁶ Frederik Stjernfelt, *Diagrammatology. An Investigation on the Borderlines of Phenomenology, Ontology, and Semiotics*, Dordrecht: Springer 2007, S. 90; zur Diagrammatik im Anschluss an Peirce vgl. auch Ernst/Bauer, *Diagrammatik*, S. 40-49.

setzen weniger eine direkte Repräsentation des Gegenstandes um, sondern vollziehen eine bewusste Konfiguration innerhalb des gebildeten Ikons.¹³⁷ Oder anders gesagt:

„Ihrem Gegenstand ähnlich seien sie [Diagramme in Peirce‘ Auffassung, Anm. D.S.] weniger aufgrund eines Abbildungsverhältnisses, sondern aufgrund der abstrakten Ähnlichkeit zum Dargestellten in der Beziehung ihrer Teile.“¹³⁸

Diese „abstrakte[] Ähnlichkeit“ kann in allen möglichen Formen hergestellt werden, sie bildet sich in bewusst zu treffenden Auswahlprozessen aus. Es ließe sich ergänzen, dass sich darin eher ein Charakteristikum von Sichtbarmachung vorliegt als eine Repräsentation. Gerade dieses Entwerfen und Herstellen macht deutlich, dass Diagramme ausgestattet sind mit einer „Potenz, als Medien des Denkens zu fungieren.“¹³⁹

2.2.2. Diagramme und ihr sprachlicher Kontext

Diagramme bauen wesentlich auf der Verschränkung von Bildlichem und Sprachlichem auf. Im vorhergehenden Kapitel wurde dies bereits anhand der Begriffe „Bildschriftlichkeit“ und „schriftbildliche Hybridform“ angeführt. Krämer hat diesen Aspekt von Diagrammen als „Bild/Text-Synthesen“¹⁴⁰ bezeichnet. Damit geht auch einher, dass Diagramme als wissenschaftliche Bilder nie isoliert für sich stehen, sondern in einem sprachlich-diskursiven Kontext¹⁴¹ Platz finden, mit dem sie in einer Wechselbeziehung stehen:

„[...] zu allen Zeiten [ist] [in den Wissenschaften, Anm. D.S.] ein umfangreiches Repertoire an Bildstrategien entwickelt und benutzt worden, um die theoretischen Texte zu flankieren und ihr analytisches Vokabular zu durchkreuzen, angefangen bei der Analogie, dem Diagramm und der Illustration bis hin zur mathematischen Konstruktion, der technischen Zeichnung oder dem abstrakten Graphen [...]“.¹⁴²

Was Mersch hier allgemein für Wissenschaften erläutert, lässt sich auch für die Kybernetik geltend machen. Auch in der Kybernetik dienen Diagramme durch ihrer Bildlichkeit als Gegenstücke zum Text, gleichzeitig stehen sie in enger Verbindung zu ihm und fungieren meist auch ergänzend. Als Bilder unterbrechen sie aber die Linearität des Textes, ihre Bildlichkeit verbleibt durchaus widerstrebend zur Dominanz des Sprachlichen. Mersch hat dieses Verhältnis von Diskurs und Bildlichkeit in den Wissenschaften so beschrieben:

¹³⁷ Vgl. Ernst/Bauer, *Diagrammatik*, S. 42.

¹³⁸ Schneider, „Diagrammatik“, S. 192f.

¹³⁹ vgl. ebd., S. 192.

¹⁴⁰ Krämer, „Diagrammatisch“, S. 166.

¹⁴¹ „Diagramme finden ihren genuinen Ort im sie begleitenden, sie umgebenden Text.“, Krämer, „Diagrammatisch“, S. 166.

¹⁴² Dieter Mersch, „Das Bild als Argument. Visualisierungsstrategien in der Naturwissenschaft“, in: *Ikonologie des Performativen*, hrsg. v. Christoph Wulf/Jörg Zirfas, München: W. Fink 2005, S. 322–344, hier S. 329f.

„In der Ordnung der Wissenschaften konkurrieren [...] Bild und Text miteinander, aber so, dass sie gleichzeitig aufeinander bezogen bleiben und einander bedürfen, wie sie sich gegenseitig bekämpfen und disparat bleiben.“¹⁴³

Diese Widerspenstigkeit zwischen Schrift und Bild in Diagrammen ist Ausgangspunkt für eine mediale Sonderstellung von Diagrammen. Sie kann auch von typischerweise als Bilder verstandenen Formen abweichen: „Bilder werden *betrachtet*, Diagramme aber *gelesen*.“¹⁴⁴ Diagramme scheinen eng verwandt mit einer Lesbarkeit, die ansonsten eher für die Schrift(sprache) gilt.

Für die Analyse von Diagrammen ist es nicht nur wesentlich die Verschränktheit von Bild und Text zu bedenken, sondern auch die Rolle von Schriftelementen innerhalb der graphischen Anordnung von Diagrammen zu erkennen. Auf diese Verhältnisse gilt es analytisch einzugehen, ihr Zusammenspiel oder Divergieren zu erkennen und auf Basis dessen mögliche Bedeutungen zu beschreiben.

2.2.3. Das Ästhetische in (kybernetischen) Diagrammen

Diagramme beanspruchen auch in der Kybernetik eine Geltung, die andere Formen der Darstellung oftmals überschatten. Dabei verschränken sich diagrammatische und ästhetische Eigenschaften so, dass sie zur Grundlage von Denk- und Vorstellungsprozessen werden können:

„Austauschprozesse und Abläufe in der Elektronik, in ökologischen oder kybernetischen Modellen [...] werden inzwischen so selbstverständlich als Diagramme mit einer festen Semantik von Linien, Pfeilen, Skalen oder Markierungen beschrieben, dass sie kaum noch anders gedacht werden können [...]“¹⁴⁵

Bruhn postuliert hier etwas, auf dem auch Bauer und Ernst die Diagrammatik fundieren: materielle Diagramme bilden Ausgangspunkte für mentale Prozesse, sie sind als graphische Darlegungen, die sichtbar sind, auch in unmittelbarem Bezug zur Vorstellungswelt, wo sich die Diagrammatik als „Entwurfs- und Erkenntnisverfahren“¹⁴⁶ erweisen kann. Auch kybernetische Diagramme verhandeln unterschiedlichste Prozesse, die als aufeinander wirkende Relationen und Verhältnisse sichtbar gemacht werden. Dies manifestiert sich ästhetisch wie diagrammatisch anhand „einer festen Semantik von Linien, Pfeilen, Skalen oder Markierungen“. Bruhns macht deutlich, wie sehr sich Denken und Vorstellungen wissenschaftlicher und technischer Phänomene durch Diagramme festlegen können. Auch

¹⁴³ Ebd., S. 329.

¹⁴⁴ Beck/Wöpking, „Diagrammatik – Graphen – Modelle“, S. 347.

¹⁴⁵ Bruhn, *Das Bild*, S. 169.

¹⁴⁶ Bauer/Ernst, *Diagrammatik*, S. 18.

kybernetische Diagramme zehren von diesem Potenzial das Denken an ein graphisch vorliegendes Diagramm anzubinden. Das Denken in und durch Diagramme hängt in diesem Sinn auch von ihren ästhetischen Bedingungen ab. Selbst wenn die ästhetische Form eines Diagramms als reduziert erscheint, so tragen doch schon minimalste Mittel zur Herausbildung von Bedeutung bei.

Das Herausarbeiten der ästhetischen Dimension stellt eine medienwissenschaftliche Aufgabe dar, bei der Ähnlichkeiten und Divergenzen von ästhetischen Konfigurationen unterschiedlicher Diagramme betrachtet werden. Die Konfiguration von „Linien, Pfeilen, Skalen oder Markierungen“ ist notwendig um „ein Minimum an ästhetischer Anschauung“ in Diagrammen zu erreichen, nur so lässt sich auch etwas sehen und erkennen, woraus erst folgt, dass „[wir] uns von abstrakten Sachverhalten in buchstäblichem Sinn ein Bild machen [...] können“.¹⁴⁷ Für die medienwissenschaftliche Analyse ist das Ästhetische auch deshalb bedeutsam, weil sich an ihr die Spezifika der jeweiligen Bildform zeigen. Entsprechend gilt für Bildwahrnehmung, dass sie wesentlich geprägt ist durch „das auf ästhetischen Entscheidungen basierende *Wie* der Darstellung“.¹⁴⁸ Eine für das Bildliche zu konstatierende „visuelle Logik“ bedarf als Ausgangspunkt des Ästhetischen: „Es gibt kein Bildliches ohne ästhetische Präsenz, weshalb keine ‚visuelle Logik‘ existiert, die sich nicht zugleich am Ästhetischen bräche [...]“.¹⁴⁹ Der Bezug zu einer Logik des Bildlichen ergibt sich in der Kybernetik im Versuch kybernetische Regelkreise – die ja eigentlich mathematische Konstrukte darstellen – so in Bildern zu fassen, dass ihre mathematische Grundlage nicht unterlaufen wird. Doch im Bildlichen haftet Regelkreisen ein graphisch-visuelles Eigenleben an, als Bilder können sie den korrekten Rückbezug auf mathematische Theorien nicht einlösen. Kybernetische Diagramme haben nun vor allem in ästhetischer Weise verschiedene Ausgestaltungen des Regelkreises gefunden. Das sollen die Diagrammanalysen in den folgenden Kapitel demonstrieren.

2.2.4. Die „Konstruktivität“ kybernetischer Diagramme

Wie schon in Kap. 2.2.1. beschrieben setzt die Kybernetik diagrammatische Methoden der Sichtbarmachung ein, die „konstruktiver Natur“ sind und „logische Struktur[en] oder Relationsverhältnisse sichtbar machen“.¹⁵⁰ Kybernetische Diagramme verkörpern Theorie(n) und lassen damit den Anspruch des Repräsentierens von Gegenständen tendenziell hinter sich:

¹⁴⁷ Vgl. Stetter, „Bild, Diagramm, Schrift“, S. 125.

¹⁴⁸ Vgl. Amrei Buchholz/Lina Maria Stahl, „Epistemologie: Bilder als Wissen“, in: *Bild. Ein interdisziplinäres Handbuch*, hrsg. v. Stephan Günzel/Dieter Mersch, Stuttgart/Weimar: J.B. Metzler 2014, S. 125–30, hier S. 127.

¹⁴⁹ Mersch, „Wissen in Bildern“, S. 120.

¹⁵⁰ Vgl. ebd., S. 109.

„Weiterhin können [in der Kybernetik, Anm. D.S.] abstrahierende Diagramme und Schemata als bildliche Veranschaulichung von Funktionszusammenhängen dienen. [...] Sie repräsentieren eine Theorie und bilden keinen Gegenstand ab.“¹⁵¹

Hagner verdeutlicht hier das Kernargument, von dem die Sichtweise auf kybernetische Diagramme im Folgenden geprägt sein wird. Der Repräsentationsbegriff scheint für viele kybernetische Diagramme nicht mehr zu greifen, vielleicht mag er noch andeuten, wie sich Theorie in Bildern repräsentieren ließe. Lässt sich aber Theorie repräsentativ abbilden? Diese Arbeit will zeigen, dass sich Diagramme der Kybernetik eher entlang des Konzepts der Sichtbarmachung charakterisieren lassen und sich so Theorie in Bildern formieren kann. Dies trifft selbstverständlich nicht auf jedes einzelne Bild aus kybernetischen Veröffentlichungen zu, egal ob wissenschaftlich oder popularisierend ausgerichtet. „Konstruktivität“ durch Sichtbarmachung und das (Auf)-Zeigen von theoretischen Konstrukten in visuellen Darstellungen bilden aber jenen Zusammenhang, in dem sich die Spezifik vieler kybernetischer Bilder finden lässt. Ihm soll in den folgenden Diagrammanalysen auf den Grund gegangen werden.

2.3. Analyse: Kybernetische Diagramme

Auf welcher Grundlage können Diagramme in der Kybernetik als Analysegegenstände betrachtet werden? Wird zunächst die Frage nach einer quantitativen Einschätzung von Bildern in der Kybernetik gestellt, divergieren die Auffassungen:

„Wohl kaum eine Wissenschaft hat so massiv zur Vermehrung der Diagramme in der Welt beigetragen, und wohl kaum eine hat sich so sehr auf das Argumentieren in visuellen Analogien verlassen.“¹⁵²

Pias unterstreicht hier, dass die Kybernetik besonders auf Diagramme zurückgegriffen, geradezu einer „Vermehrung der Diagramme in der Welt“ Vorschub geleistet hat. Im Gegensatz dazu ordnet Hagner der Kybernetik einen „vergleichsweise bilderarmen wissenschaftlichen Zugriff“ zu, was für ihn allerdings nicht gegen eine bildwissenschaftliche Annäherung an kybernetische Bilder spricht.¹⁵³ Offenbar lassen sich in der Beurteilung kybernetischer Bilder unterschiedliche Standpunkte einnehmen. Hagner spezifiziert, dass sich die Kybernetik insofern wenig auf Bilder stützt, als sie für ihre Bilder selten „auf Verfahren wie makroskopische und mikroskopische Anatomie, Radiologie und Fotografie“ zurückgegriffen hat.¹⁵⁴ Pias wiederum hat das vermehrte Auftreten von Diagrammen insofern erklärt, als

¹⁵¹ Hagner, „Bilder der Kybernetik“, S. 387.

¹⁵² Pias, „Zeit der Kybernetik“, S. 22.

¹⁵³ Vgl. Hagner, „Bilder der Kybernetik“, S. 386.

¹⁵⁴ Vgl. Hagner, „Bilder der Kybernetik“, S. 390.

„ungezählte[] Abbildungen“ sich „in hunderten von populären Büchern zur Kybernetik in den fünfziger und sechziger Jahren“ auffinden lassen.¹⁵⁵ Es kann also von divergierenden Einschätzungen zu den kybernetischen Bildern ausgegangen werden und auch diese Arbeit will sich den Divergenzen im Einsatz von Bildern in der Kybernetik in den 1950er und 60er Jahren widmen. Wie in Kapitel x (Popularisierung) angedeutet wurde, haben sich große Unterschiede in kybernetischen Veröffentlichungen im Umgang mit den Bildern gezeigt: manche nutzen Bilder extensiv als Teil der Argumentation, andere verzichten (fast) zur Gänze auf sie. Für die weitere Analyse kybernetischer Diagramme bildet dies eine zu beachtende Hintergrundfolie.

2.3.1. Einschätzungen zu den Analysegegenständen

Die Auswahl von Analysegegenständen für eine (medien)wissenschaftliche Arbeit gehört mitunter zu den kritischsten Entscheidungen, da sie überhaupt erst den Analysehorizont aufspannt, diesen damit überschaubar macht und eingrenzt – implizit wird dabei auch ausgegrenzt. Eine Ambivalenz besteht zwischen Eingrenzen und Ausgrenzen, ist doch das Einbeziehen und Weglassen weder ein wertfreier, noch ein gänzlich kontrollierbarer Vorgang – mit Entscheidungen dieser Art rückt die unhintergehbare Vorläufigkeit und Endlichkeit allen wissenschaftlichen Arbeitens ins Bewusstsein.

Die Analysegegenstände dieser Arbeit sind zum großen Teil „extern-materielle“ Diagramme, doch erlaubt die Diagrammatik auch Bilder im weiteren Sinn als diagrammatisch zu behandeln. Diese Herangehensweise ergibt sich aus der Fragestellung dieser Arbeit, die um das Diagrammatische in der Kybernetik und in ihren Konzepten kreist. Entsprechend müssen die jeweiligen Analysegegenstände eine gewisse Unterschiedlichkeit und Andersartigkeit aufweisen, um Sicht- und Denkweisen der Kybernetik – ihre diagrammatischen Denkfiguren, ihre in Relation setzenden Theorien – freizulegen.

Welche Eingrenzungen der Analysegegenstände wurden in dieser Arbeit vorgenommen? Als Gegenstände dienen kybernetische Bilder, insbesondere kybernetische Diagramme, welche in englisch-, französisch- oder deutschsprachigen Veröffentlichungen zwischen 1948 – dem Veröffentlichungsjahr von Wieners *Cybernetics* – und 1970 erschienen sind. Diese Veröffentlichungen wurden dann als kybernetisch betrachtet, wenn sie explizit die Kybernetik zum Thema hatten, also den Begriff im Titel führten oder inhaltlich klar um die Kybernetik kreisten. Die Veröffentlichungen entstammen sowohl der wissenschaftlichen als auch „außerwissenschaftlichen“ Sphäre – Letztere wird auch als populärwissenschaftlich bezeichnet. Die meisten behandelten Bilder und Diagramme in dieser Arbeit entstammen dieser populären

¹⁵⁵ Vgl. Pias, „Unruhe und Steuerung“, S. 310.

Sphäre. Grundsätzlich reichen sie aber von wissenschaftlichen Aufsätzen bis hin zu Einführungsbüchern, die bunt bebildert ein außerwissenschaftliches Publikum ansprechen wollen. Ob ein Diagramm diesem oder jenem Kontext entstammt, wird in den entsprechenden Abschnitten möglichst benannt und gegebenenfalls auch thematisiert.

2.3.2. „Blockschaltbilder“: die kybernetische Black Box

Die Abstraktheit vieler kybernetischer Diagramme fußt auf einer Vagheit, die sich aus der Form von graphischen „Blöcken“ ergibt. Abb. 3 oder auch Abb. 6 verwenden solche Blöcke zur graphischen Eingrenzung von Elementen und zur Formatierung der Bildfläche von Diagrammen.¹⁵⁶ Diese Vagheit wurde in der Kybernetik zu einem eigenständigen Verfahren entwickelt, das sich als Prinzip der Black Box etabliert hat. Black Boxes werden für die Beschäftigung mit kybernetischen Diagrammen relevant, weil sie ihr abstrahierendes Vorgehen auch in Formen gießen, als Platzhalter werden Black Boxes bevorzugte graphische Mittel in Diagrammen der Kybernetik. Sie sind sowohl für gedankliche Konzeptionen sowie als Darstellungsmittel in der Kybernetik prägend geworden. Krämer hat die Verbindung von Kybernetik und Diagrammatik einzig anhand der „black box“ beispielhaft angedeutet, durch sie werden in der Kybernetik „Diagrammatik und Visualisierung“ in Verbindung gebracht.¹⁵⁷ Eine Black Box verdunkelt ihren inneren Aufbau und Funktionsweise und steht deshalb für ein „System“, bei dem nur „Beziehungen zwischen Ein- und Ausgabe“ interessieren,¹⁵⁸ oder wie Galloway über die Black Box in der Kybernetik schreibt:

„Die Black Box wurde zu einem konstitutiven Element dafür, wie Entitäten und Systeme von Entitäten vorgestellt und konzipiert wurden. [...] Die Black Box [...] ist eine Funktion, die voll und ganz durch ihre In- und Outputs definiert ist.“¹⁵⁹

Da die Black Box eine Art von Platzhalter für Funktion darstellt, ist sie auch wesentliches Mittel um in Diagrammen Elemente – einzelne „Entitäten“ oder auch ganze Systeme – darzustellen. Was als Black Box in einem kybernetischen Diagramm vorkommt, ist nicht per se schon als Sichtbarmachung zu bezeichnen. Der abstrahierende Gehalt von Black Boxes scheint sich eher gegenläufig zum Ziel der Sichtbarmachung zu verhalten. Sehr wohl kann aber die Gesamtanordnung eines Diagramms – mit seinen Relationen zwischen Funktionseinheiten,

¹⁵⁶ Wirksam werden hier die von Krämer beschriebenen diagrammatischen Eigenschaften der „Flächigkeit“ und des „Graphismus“, vgl. Krämer, „Diagrammatisch“, S. 164f.

¹⁵⁷ Vgl. Krämer, *Travestien der Kybernetik*, o.S.

¹⁵⁸ Vgl. Georg Klaus/Heinz Liebscher, *Was ist - was soll Kybernetik*, Berlin/Jena/Leipzig: Urania-Verl. ⁵1969, S. 65.

¹⁵⁹ Alexander R. Galloway, „Black Box, Schwarzer Block“, in: *Die technologische Bedingung. Beiträge zur Beschreibung der technischen Welt*, hrsg. v. Erich Hörl, Berlin: suhrkamp 2011, S. 267–280, hier S. 273.

eben Black Boxes – eine kybernetische Sichtbarmachung hervorbringen. Sichtbarmachen von diagrammatischen Strukturen benötigt mehr als die einzelne Black Box, denn diagrammatische Strukturen sind bedingt durch die Anordnung einer Mehrzahl von Elementen, die in Relation zueinander gesetzt sind. Oft sind es genau diese ansonsten nicht-evidenten Relationen, die der Sichtbarmachung bedürfen.

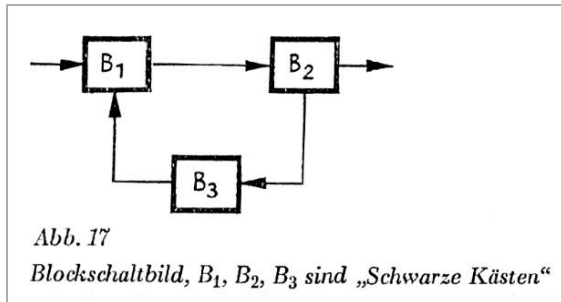


Abb. 8

Klaus und Liebscher haben Ende der 1960er Jahren in einem Einführungswerk in die Kybernetik die Black Box als eine kybernetische Methode beschrieben.¹⁶⁰ Dabei veranschaulichen sie die exemplarische Form, in der sich Black Boxes graphisch darstellen und miteinander in Beziehung setzen lassen (Abb. 8):

„Sind solche Systeme, deren innere Struktur nicht bekannt ist, Teilsysteme umfassender Gesamtsysteme, so werden derartige – häufig komplexe – Anordnungen in den für viele kybernetische Betrachtungen typischen *Blockschaltbildern* dargestellt.“¹⁶¹

Es gehört zur grundlegenden Herangehensweise der Kybernetik, die Black Box als Darstellungsweise in Diagrammen einzusetzen. Gerade die Darstellungsform als Black Box ermöglicht, von beliebigen Gegenständen nichts weiter wissen zu müssen als ihre In- und Outputs. Mehr ist auch nicht nötig um Black Boxes in Zusammenhang zu setzen, zwischen ihnen Relationen herzustellen. Mit Blöcken als Black Boxes können in Diagrammen Verweisstrukturen gebildet werden und so zu Grundkomponenten diagrammatischer Sichtbarmachungen werden. Von Hilgers hat die Wichtigkeit von Black Box und Rückkopplung für die Kybernetik so beschrieben:

„Anhand der Kybernetik und mehr noch anhand der Black Box, die neben der Rückkopplung zu zentralen Konzepten der Kybernetik gehört, lassen sich in aller Deutlichkeit Transformationen des Humanen studieren.“¹⁶²

Letztendlich wird die „Transformation des Humanen“¹⁶³ auch davon beeinflusst und getragen, wie der Mensch als funktionierende Einheit in Diagrammen dargestellt wird. Im Konzept der Black Box liegt deshalb ein wichtiger Grund, warum in kybernetischen Diagrammen menschliche Funktion und technische Funktion nicht mehr zu unterscheiden sind. Hagner hat anhand dieser „kompromißlose[n] Hinwendung zur Funktion und ihrer Modellierung“

¹⁶⁰ Klaus/Liebscher, *Was kann – was soll Kybernetik*, S. 64-69.

¹⁶¹ Ebd., S. 65f.

¹⁶² Philipp von Hilgers, „Ursprünge der Black Box“, in: *Rekursionen. Von Faltungen des Wissens*, hrsg. v. Ana Ofak/Philipp von Hilgers, München: W. Fink 2010, S. 135–53, hier S. 149.

¹⁶³ Von Hilgers bezieht sich hier auf den Titel des von Hörl/Hagner herausgegebenen Sammelband *Transformation des Humanen*.

festgemacht, wie sich auch der Mensch bzw. der Körper in kybernetischen Bildern eher als „Schaltkreis behandelt“ wiederfindet.¹⁶⁴ Die folgenden Diagrammanalysen werden sich entsprechend der Frage widmen, wie sich „Transformationen des Humanen“ auch an einer kybernetisch übersetzten Sichtbarkeit, in diagrammatischen Konfigurationen etwa von Mensch und Maschine finden lassen.

2.3.3. Kreisstrukturen: Diagramme und Kybernetik bei Guilbaud (1954)

In der Kybernetik findet vielfach ein Zeigen im Visuellen statt. Anhand von graphischen Darstellungen zu Zeigen ist bedeutsam für die Konfiguration dessen, wie sich die Kybernetik formiert – als Wissenschaft, als theoretischer Zugriff, als interdisziplinäres Vorhaben. Erst aus dem „Sehen und Zeigen“ können „Ordnungen, Muster und Konfigurationen“ hervorgehen, ihr Existieren kann nicht in Text und Diskurs bescheinigt werden.¹⁶⁵ Der Regelkreis bildet nun so eine diagrammatische Struktur, die das Sehen verlangt. Im Folgenden wird deshalb anhand von Diagrammen aus *La Cybernétique* von Guilbaud¹⁶⁶ nachvollzogen, wie der Regelkreis bildlich aus unterschiedlichen Diagrammen abgeleitet wird. Damit soll gezeigt werden, wie Mitte der 1950er Jahre in einem kybernetischen Einführungsbuch beispielhaft der Versuch unternommen wurde kybernetische Kerngedanken anhand von Diagrammen zu vermitteln und den Regelkreis als diagrammatische Struktur und Schlüsselkonzept der Kybernetik darzulegen.

An einer Stelle im Buch wirft Guilbaud die Frage nach graphischen Darstellungen in der Technik auf:

„We are all familiar with the way in which a system of relationships *can be shown in a graphical form* [Herv. D.S.]. [...] The circuit diagrams with which we have become familiar through electronics and radio have been developed to help with kindred problems [...].“¹⁶⁷

Guilbaud lenkt hier die Aufmerksamkeit auf ein Vorgehen, das auch in der Kybernetik wichtig geworden ist: zu einem beliebigen „system of relationships“ kann auch eine entsprechende Übersetzung in graphischer Form gebildet werden. Guilbaud betont hier das Graphische, welches geeignet scheint um „system[s] of relationships“ sichtbar zu machen. Sein Hinweis auf „circuit diagrams“, also Schaltpläne aus der Elektronik, ist ein Schlüsselgedanke, von dem aus die Anschlussfähigkeit der Kybernetik an bereits etablierte technische Entwurfsformen vorbereitet wird. Schaltpläne bilden eine konventionalisierte graphische Darstellungsform,

¹⁶⁴ Vgl. Hagner, „Bilder der Kybernetik“, S. 386.

¹⁶⁵ Vgl. Mersch, „Das Bild als Argument“, S. 339.

¹⁶⁶ Guilbaud und sein Thermostat-Diagramm wurden bereits in Kap. 1.1. erwähnt. Im Folgenden wird auf die 1959 erschienene englische Übersetzung von *La Cybernétique* zurückgegriffen.

¹⁶⁷ Guilbaud, *What is Cybernetics?*, S. 15.

welche die einfache Übersicht eines diagrammatischen Gefüges ermöglicht. Sie sind in den 1950er Jahren im Vergleich zu den gerade erst aufkommenden Bildern der Kybernetik schon fest etabliert.

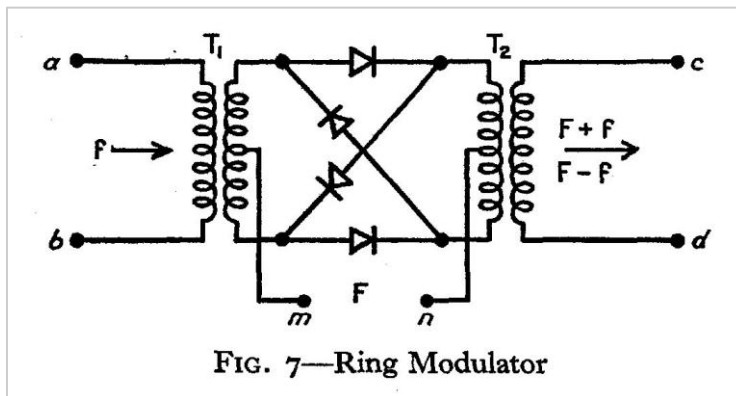


Abb. 9

rein graphischen Vorliegen. An graphisch vorliegenden Strukturen können nämlich schon (gedankliche und graphische) Operationen durchgeführt werden, die überprüfbar, diskutierbar und modifizierbar sind.¹⁶⁸ Ein Schaltplan wie jener aus Abb. 9 ist zwar nicht unbedingt eine Sichtbarmachung, da seine Elemente und Verbindungen als Repräsentationen technischer Objekten fungieren, doch stellt die graphische Entwurfsform einen wichtigen Anknüpfungspunkt für kybernetische Diagramme dar. Guilbaud argumentiert nicht nur sprachlich, sondern schafft mit der Anschauung des Diagramms auch Evidenz. Werden in der Folge weitere Diagramme eingebracht, lassen sich diese rückbeziehen auf die Form von Schaltpläne und gegebenenfalls als visuelle Analogien herausstellen.

Mit dem Diagramm eines Schaltplans lässt sich vor allem die dahinterliegende relationale Struktur begreifen. Laut Guilbaud zeigt sich im Schaltplan ein “pattern of interwoven connections, the network of relations”.¹⁶⁹ Bahnen und Richtungen werden dort graphisch fixiert, während die für Schaltpläne üblichen Symbole Anwendung finden und sich Linien als Stromleiter zuordnen lassen. Konventionalisierte Diagramme wie Schaltpläne zeugen von Abstraktion, die zugleich auch „Konkretion“ bedeutet,¹⁷⁰ da ein eindeutig nachvollziehbares – weil konstruiertes – Verhältnis zum Abgebildeten besteht.

Worum geht es Guilbaud beim Einbringen dieses nicht zur Kybernetik gehörenden Diagramm? Sein Interesse richtet sich nicht auf die Abbildung selbst: weder physikalisch-elektrische Phänomene stehen zur Debatte, noch interessieren technische Erläuterungen. Doch die

Schaltpläne stehen für eine diagrammatische Struktur, die anhand eines Diagramms zwischen Entwurf und Realisierung vermittelt. Ihr Wert erweist sich nicht allein durch die erfolgreiche Realisierung als Konstruktion, sondern bereits im

¹⁶⁸ Zu Operationsmöglichkeiten im Graphischen vgl. z.B. Krämer, “Zwischen Anschauung und Denken”, S. 187: „Stets stiftet die inskribierte Fläche einen Operationsraum und fungiert das Diagrammatische als ein Werkzeug und Instrument der Orientierung, Analyse, Überprüfung und Reflexion.“

¹⁶⁹ Vgl. Guilbaud, *What is Cybernetics?*, S. 15.

¹⁷⁰ Vgl. Schneider, “Diagrammatik”, S. 192.

graphische Darstellung des Schaltplans bringt etwas in Anschlag, das in weiterer Folge auch für die graphischen Darlegungen der Kybernetik relevant sein wird. Der Schaltplan dient beispielhaft für das Graphische in Diagrammen, der „Graphismus“¹⁷¹ ist auch eine Eigenschaft kybernetischer Diagramme. Guilbaud erläutert, sich auf „schemas“ wie den Schaltplan beziehend:

“All current expositions of the theory of servo-mechanisms [...] make use of such ‘schemas’, in their most general form, the elements being represented by many-sided or circular boxes, and the connections between them by lines with arrows running from one box to another.”¹⁷²

Auffallend ist Guilbauds Betonung der ästhetischen Zusammensetzung solcher Diagramme. Diese bestehen aus mit bestimmten graphischen Formen – Kreise, Vielecke, nicht näher bestimmte „boxes“ –, die gemeinsam mit den Relationen schaffenden Linien und Pfeilen die Konfiguration eines Systems graphisch zugänglich machen. Implizit verweist Guilbaud hier auf das Prinzip der Black Box. In dem Zitat nimmt Guilbaud außerdem Bezug auf „servo-mechanisms“¹⁷³, die für die Kybernetik einen historischen Bezugspunkt im Ingenieurwesen darstellen. Die Funktionsweise dieses Mechanismus hat eine konstitutive Rolle für die Kybernetik dargestellt, bei Wiener war der Servomechanismus sogar ein zentraler Ausgangspunkt zur Grundlegung der Kybernetik.¹⁷⁴ Auch die Tatsache, dass Schaltpläne und Umsetzungen des Servomechanismus auf graphischen Entwürfen basieren, untermauert die Bedeutung, welche Diagramme auch für die Kybernetik haben. Tatsächlich argumentiert Guilbaud, dass gerade auch graphische Schemata die Basis für Analyseobjekte der Kybernetik bilden:

“The main efforts of analysis, then, will be concentrated on the structure of networks of relations; and the application of these techniques of study forms one of the major branches of cybernetics. [...] it is a kind of highly abstract geometry – a form of logic, if you like.”¹⁷⁵

Hier klingt deutlich an, dass sich die Kybernetik für diagrammatische Strukturen interessiert: Analysen sollen sich auf „the structure of networks of relations“ konzentrieren. Noch werden bei Guilbaud Regelkreise nicht direkt thematisiert, aber in seiner Argumentationsfolge beginnen sie sich langsam anzudeuten.

¹⁷¹ Krämer, „Diagrammatisch“, S. 164f; vgl. auch die Erwähnungen in Kap. 2.2.1.

¹⁷² Guilbaud, *What is Cybernetics?*, S. 15f.

¹⁷³ zum Begriff vgl. ebd., S. 11f; vgl. auch Andrew Pickering, *The Cybernetic Brain. Sketches of Another Future*, Chicago/London: The Univ. of Chicago Press 2010, S. 6: „[...] the servomechanism – an engineering device that reacts to fluctuations in its environment in such a way as to cancel them out. A [...] thermostat is a servomechanism; so was the nineteenth-century steam-engine ‘governor’ which led Wiener to the word ‘cybernetics’.”

¹⁷⁴ Vgl. Peter Galison, „The Ontology of the Enemy: Norbert Wiener and the Cybernetic Vision“, in: *Critical Inquiry* 21, 1/1994, S. 228–266, hier S. 235–240.

¹⁷⁵ Guilbaud, *What is Cybernetics?*, S. 17.

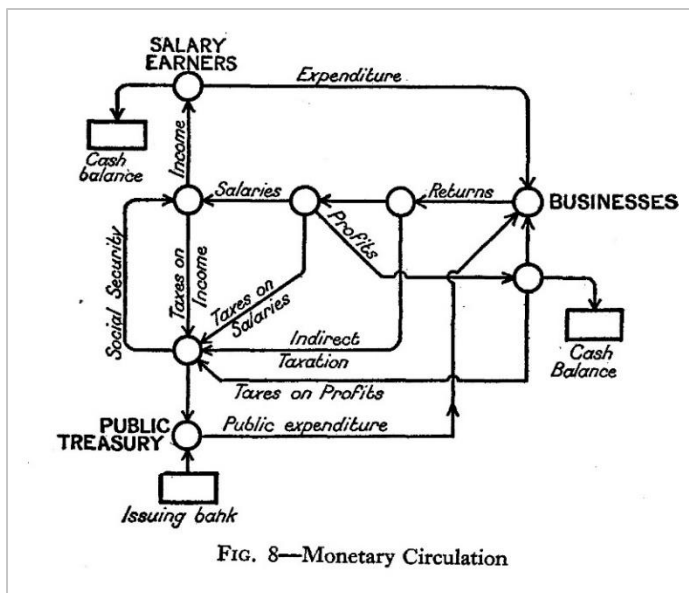


Abb. 10

denkbar weiter Bogen gespannt zwischen potenziell darstellbaren Sachverhalten in Diagrammen. Während der Schaltplan die graphische Darlegung einer technischen Konstruktion darstellt, deutet sich das sichtbarmachende Potenzial von Diagrammen auch in der Darlegung von gesellschaftlichen Geldflüssen. Hier werden nicht technische Schaltelemente und Stromflüsse sichtbar, sondern ein ansonsten nicht zu überschauendes System von menschlichen und institutionellen Funktionseinheiten. An so einem Diagramm lässt sich ablesen, was Hagner kybernetischen Bildern attestiert hat: ihnen sei es „gleichgültig [...], in welchem Substrat sich bestimmte Funktionen artikulieren“¹⁷⁶, die Kybernetik interessiere sich für Diagramme „als bildliche Veranschaulichung von Funktionszusammenhängen“¹⁷⁷.

Guilbauds Abhandlung findet sich im Abschreiten von Phänomenen verschiedener Wirklichkeitsbereiche auch beim menschlichen Körper wieder. Dieser wird als biologisch-medizinischer Sachverhalt neben das Technische von Schaltplänen und die soziale Dimension von Geldflüssen gestellt. Die kybernetische Relevanz der schematische Darstellung einer Nervenverbindung wird als visuelle

Der Schaltplan ist nur eines von Guilbauds Beispielen für netzwerkartige Phänomene, die entsprechende Diagramme bedingen können. Er schreitet eine Reihe von Bildern ab, an denen sich visuelle Analogien ausmachen lassen – ihm dient die Aneinanderreihung von Bildern als visuelle Argumentation. Gemeinsam mit dem Schaltplan findet sich ein Diagramm zur „Monetary Circulation“ (Abb. 10). Hier wird ein

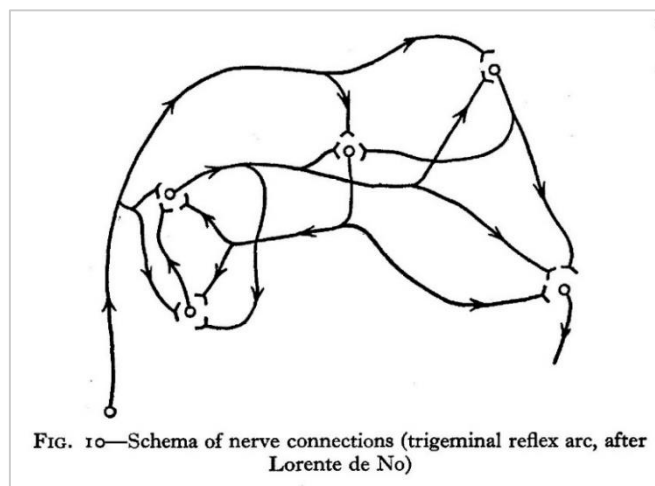


Abb. 11

¹⁷⁶ Hagner, „Bilder der Kybernetik“, S. 386.

¹⁷⁷ Ebd., S. 387.

Analogie hervorgekehrt – hier finden lassen sich kreislaufartige Abläufe ebenso wie in Schaltplänen oder gesellschaftlichen Geldflüssen wiederfinden. Guilbaud bekräftigt, dass sich Kreisläufe im Nervensystem als „closed loops“ finden lassen: “[...] if one group of cells A sends fibres to B, then B also sends fibres towards A – which would imply the existence of closed loops in the network.”¹⁷⁸ Diese Kreisläufe werden als diagrammatisch begreifbar, weil sie in visueller Ansicht bereitstehen. Auch die Wortwahl von Guilbaud, zumindest in der englischen Übersetzung, ist bezeichnend: das Diagramm in Abb. 11 ist „a schema revealing such a structure“.¹⁷⁹ Guilbaud bekräftigt hier, dass die Zeichnung einer nicht sichtbaren körperlichen Mikrostruktur eine Sichtbarmachung, ein „revealing“ der Struktur bedeutet. Die Tatsache, dass sich auch Regelkreise im Nervensystem ausfindig machen lassen, bleibt allerdings der Argumentation im Text vorbehalten. Und doch sind in der Anschauung des organischen Netzwerks auch schon Kreisstrukturen impliziert.

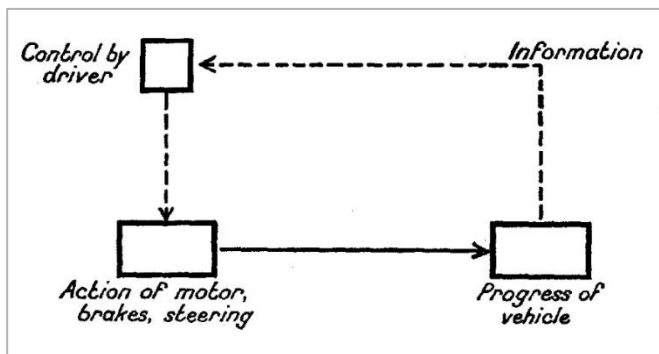


Abb. 12

Bevor auf die Bedeutung von „closed loops“ – und damit dem Regelkreis – in der Kybernetik eingegangen wird, soll noch ein Beispiel besprochen werden, dass Guilbaud behandelt um die Struktur eines „loop“ darzulegen. Das Diagramm in Abb. 12 ist eine Mensch-Maschine-Interaktion in Kreisform: ein einfaches

Schema, welches das Lenken eines Fahrzeugs durch einen Menschen zeigt. Es deutet in eine ganz andere Richtung als technische Schaltungen, Geldflüsse oder das Nervensystem. Es stellt eine exemplarische Abstraktion der Kybernetik dar, in der einzelne Bestandteile einer Konfiguration von Mensch und Maschine übersichtlich und auf der Fläche¹⁸⁰ angeordnet werden. In Sichtbarmachungen dieser Art sind die einzelnen Teile ganz im kybernetischen Sinn auf ihre Funktionen reduziert, sodass sich die Frage, ob es sich um technische, organische oder anderweitige Funktionseinheiten handelt, gar nicht mehr stellt:

„Ohne erläuternde Bildlegende ist nicht erkennbar, ob es sich um die Abbildung von Vorgängen in einem Computer, einem Nervensystem oder um eine rein abstrakte Skizze handelt, die keinem materiellen Substrat entspricht. Die kompromißlose Hinwendung zur Funktion und ihrer Modellierung generiert ganz andere Bilder, die durchaus auf den Körper bezogen bleiben, nur daß dieser als Schaltkreis behandelt wird.“¹⁸¹

¹⁷⁸ Guilbaud, *What is Cybernetics?*, S. 20.

¹⁷⁹ Vgl. ebd.

¹⁸⁰ Vgl. die diagrammatische Eigenschaft „Flächigkeit“, die Krämer als „Metamorphose“ von der „reale[n] Oberfläche [...] in eine virtuelle Fläche“ beschreibt, in der sich ein „Möglichkeitsraum für Inskriptionen“ auftut; Krämer, „Diagrammatisch“, S. 164.

¹⁸¹ Hagner, „Bilder der Kybernetik“, S. 385f.

Hagners Beschreibung lässt sich auch auf Guilbauds Diagramm einer Mensch-Maschine-Interaktion beziehen. Der Anteil des Menschen an dem Vorgang gerät in der Abstraktion der graphischen Darlegung eher zum „Schaltkreis“, er wird als eine Funktionseinheit des Mensch-Fahrzeug-Kreislaufs identifiziert. Als Komponente des Vorgangs wird der Anteil des Menschen gleichwertig zu dem der Maschine, diese Gleichsetzung wird hier gerade in der Form der Black Boxes graphisch sichtbar. Zwar unterscheidet sich die Black Box, die für den menschlichen Anteil entsteht, minimal von den technischen Teilen, aber ihrem graphischen Wesen nach sind menschliche und technische Black Boxes ganz auf In- und Outputs reduziert. Die Mensch-Maschine-Interaktion wird durch die graphischen Mittel ungewohnt hierarchielos.

Der Mensch und seine Kontrolle sind im Fahrvorgang mit den Potenzialen des Autos zusammengeschlossen. Mensch deutet solche Annäherungen in der Kybernetik als „Einebnung“ des Menschen und der Maschine:

„Das Neue an der Konstellation zwischen ‚Mensch‘ und Maschine unter den Prämissen ihrer Kybernetisierung ist daher nicht, dass ihr ‚Unter-Schied‘ im Schwinden begriffen ist, sondern ihre Einebnung.“¹⁸²

„Einebnung“, vielleicht als eben der Versuch des hierarchielosen Treffens unterschiedlicher Entitäten, wird in Guilbauds Diagramm graphisch konstruiert, sie kündigt sich in der Modellierung als gleichartige Black Boxes an, welche den Anteilen von Fahrzeug und Mensch am Vorgang zuallererst graphische Gleichwertigkeit verleiht. Das Diagramm stellt eine Sichtbarmachung dar, die konstruierend auf die Verhältnisse zurückwirken kann. Erreicht wird das anhand der diagrammatischen Verschaltung von bildlichen Elementen und ihren sprachlichen Bezeichnungen. Im graphischen Transformationsmodus der Black Box werden die offensichtlichen Unterschiede von Schaltkreis, Motor, menschlicher Wahrnehmung oder Nervensystem im gezielten Sichtbarmachen verringert bzw. ignoriert. Das Diagramm ist in idealtypischer Weise auf Relation und Form reduziert, die Abstraktheit rührt vom Fehlen jeglicher bildhafter Züge – alles ist Funktion, alles ist Black Box.

Verantwortlich für das Ausbilden von Relationen sind in Diagrammen die Linien.¹⁸³ Sie schaffen auf ihre eigene Art und Weise Abstraktion, weil es immer dieselbe Art von Linie ist, die für verschiedene Arten der Verbindung steht. Diese Relationen sind in Abb. 12 heterogen und uneinheitlich: wo im Schaltplan die Linien für Kabel und Stromverbindungen stehen oder beim Nervensystem Linien die organischen Nervenbahnen zeigen, stellen sie beim Fahrvorgang neben den mechanischen bzw. elektronischen ‚Eingaben‘ von Fahrenden und den

¹⁸² Mersch, *Ordo ab chaos*, S. 48.

¹⁸³ Vgl. Krämer, „Diagrammatisch“, S. 165.

entsprechenden Kraftübertragungen, z.B. des Motors auf die Räder, auch die sinnliche Wahrnehmung der Fahrenden – ihr Sehen, Hören, Fühlen – dar. Deshalb gibt Guilbaud zu bedenken, dass sich Relationen innerhalb eines Diagramms auf äußerst heterogene Kanäle beziehen können:

„We can [...] study relationships, as for example in diagrams representing the interdependence of the levels of a hierarchy; *the linkages here may be called abstract* [Herv. D.S.], in the sense that there are no material channels, pathways or conducting wires corresponding to the arrows in our drawing. [...] In other examples, on the contrary, it will be easy to find circulating quantities and pathways of a material sort.“¹⁸⁴

Für die Kybernetik entscheidend ist also eine Sichtweise, in der verschiedenste Arten der Koppelungen abstrakt erfasst und dargestellt werden können. Die darin zu findenden Verbindungen sind abstrakt, weil sie nicht mehr eindeutig sichtbare, materielle Verbindung wie etwa Kabel darstellen. In Abb. 12 verlaufen Verbindungen durch eine ganze Anordnung von Maschinenteilen, Kabeln, aber eben auch menschliche Körper und ihre Sinneswahrnehmungen hindurch. Die Heterogenität dieser Koppelung macht Sichtbarmachung in graphischer Form zu einem notwendigen Grundgestus des Diagramms – und in weiterer Folge auch zum Gestus der Kybernetik.

In Abb. 12 kommt ein „loop“, die diagrammatische Struktur einer Schleife, zur Ansicht. Sie besteht aus ein paar einfachen Elementen, Black Boxes, und zwischen ihnen verweisen Linien mit Pfeilen um eine Kreisbahn zu konfigurieren. Ihre Herkunft sieht Guilbaud wesentlich aus Schemata der Elektronik hergeleitet. Sie können als Überleitung in das Konzept des kybernetischen Regelkreises dienen:

“[...] the importance of loops shows itself in other less abstract ways. A little reflection shows that *all goal-directed organisation demands closed circuits* [Herv. D.S.]. This is the well-known principle of ‘feed-back’ [...].“¹⁸⁵

Damit sind wir bei den kybernetischen Konzepten Feedback und Regelkreis angekommen. Für Guildbaud verlangt jede Art der zielgerichteten Organisation geschlossene Kreisläufe, also „closed curcuits“. Das stimmt selbstverständlich für elektrische Schaltungen, die nur arbeiten, wenn der Stromkreis geschlossen ist – das kann aber jeden anderen Sachverhalt betreffen, der als Regelkreis arbeitet. Guilbaud hat ein kybernetisches Prinzip durch die Aneinanderreihung graphischer Darlegungen der verschiedensten Bereiche zutage gefördert. Das immer wiederkehrende Auftauchen des Prinzips über die verschiedenen Gegenstände hinweg lässt das Feedback zur zentralen Figur der Kybernetik werden. Der Regelkreis nun stellt die Implementierung von Feedback und eine Erweiterung des „loop“ zum „closed loop“ dar. Das

¹⁸⁴ Guilbaud, *What is Cybernetics?*, S. 19.

¹⁸⁵ Ebd. S. 21.

Konzept ließe sich auch durch Begriffe beschreiben, aber um Regelkreise auch als diagrammatische Struktur sichtbar zu machen, braucht es das Bildliche: Guilbaud hat vorgezeigt, wie sich in den Analogien in verschiedenen Diagrammen immer wieder Regelkreise hervorkehren lassen. Es ist entsprechend die diagrammatische Sichtbarmachung, die einen bedeutenden Modus der Vermittlung von Kybernetik und ihren Ideen darstellt. Regelkreise avancieren dabei zu einer Art Metakonzept der Kybernetik.¹⁸⁶ Sie bilden einen visuellen Anknüpfungspunkt und ein wirksames Mittel, mit dem der Regelkreis zu einem kybernetischen „Grundmodell“ wird:

„Das Grundmodell einer solchen Maschine, an dem noch die verschiedensten Phänomene kybernetisch ‚geerdet‘ werden können, ist der Regelkreis. Innerhalb der visuellen Argumentationen der Kybernetik läßt sich sein Diagramm wie eine Transparentfolie über alle möglichen Bilder legen.“¹⁸⁷

Die von Pias hervorgehobenen „visuellen Argumentationen“ sind definierend für die visuelle Rhetorik der Kybernetik. Regelkreise bilden darin nicht nur Modell, sondern sie werden als Modelle zu Maschinen: „hypothetische (oder heuristische) ‚Maschine[n]‘“, in denen „heterogene Elemente durch Rekursion und Kommunikation“ überhaupt erst zu Maschinen werden.¹⁸⁸

Guilbauds unterschiedliche Diagramme bilden für die folgenden Kapitel das Spektrum, in dem sich die zu analysierenden Diagramme verorten: Diagramme des technischen Bereichs, wie es ein Schaltplan andeutet (Kap. 2.3.6.); Bilder des Nervensystems als Einstieg in den Bereich von Organismen und Biologie (Kap. 2.3.7.); Diagramme von Interaktion und Beziehung von Mensch-Maschine, wie es das Fahrzeuglenken exemplarisch vorgibt (Kap. 2.3.8.). Alle diese Bereiche greifen mehr oder weniger bestimmt auf die Form der Black Box zurück (Kap. 2.3.2.). Als unmittelbarer Einstieg wird das Vorkommen von Diagrammen in Norbert Wiens ersten kybernetischen Veröffentlichungen besprochen, da er als Schlüsselfigur der Kybernetik viele zentrale Ideen vorbereitet hat bzw. zur Weiterführung angeregt hat (Kap. 2.3.4).

Mensch-Maschine-Kopplungen werden in den folgenden Analysen besondere Beachtung finden. Gerade in solchen Kopplungen und ihren diagrammatischen Sichtbarmachungen können sowohl Ursprünge der Kybernetik kenntlich werden als auch ihre Relevanz – in Sichtweisen auf technische Geräte, besonders den Computer – für unserer Gegenwart behauptet werden. Die Diagrammanalysen möchten ihren Teil zu einer Suche nach diesen kybernetischen Hintergründen beitragen. Im Folgenden soll gezeigt werden, wie die Kybernetik eine

¹⁸⁶ Vgl. Kap. 2.3.6.

¹⁸⁷ Pias, „Zeit der Kybernetik“, S. 24.

¹⁸⁸ Vgl. ebd., S. 23f.

„diagrammatische[] Modellierung von Regelkreisen, die scheinbar unbegrenzt über Sachverhalte gelegt werden kann“,¹⁸⁹ vorgenommen hat und in die unterschiedlichsten Bereichen eingezogen ist.

2.3.4. von/über Norbert Wiener

Norbert Wiener hat in dem als Gründungsbuch der Kybernetik geltenden *Cybernetics or control and communication in the animal and the machine*¹⁹⁰ von 1948 kaum Abbildungen eingesetzt – nur ein paar wenige bilden überhaupt Diagramme von Regelkreisen. Vermehrt lassen sich dagegen Passagen mit mathematischen Formeln finden und grundsätzlich ist Wieners Gestus einer des sprachlichen Nachzeichnens. Gerade die mathematischen Passagen sind vermutlich der Grund, warum Wieners Buch als eher unzugänglich galt – seinem schnellen Bekanntwerden tat das jedoch keinen Abbruch.¹⁹¹ Insgesamt bietet Wieners Text ein durchdachtes Zusammenspiel verschiedener medialer Ausdrucksformen, angefangen bei Schilderungen aus dem Alltag, Medizin oder Technik, über mathematische Darlegungen bis hin zu ein paar wenigen Diagrammen. An einer Stelle schildert Wiener, wieso er für bestimmte Erläuterungen schließlich doch auf die Symbolsprache der Mathematik zurückgreifen muss:

“In this book, we have avoided mathematical symbolism and mathematical technique as far as possible [...]. [...] in the rest of the present chapter, we are dealing precisely with those matters for which the symbolism of mathematics is the appropriate language, and we can only avoid it by long periphrases which are scarcely intelligible to the layman [...].”¹⁹²

Wiener hat also schon hier die Notwendigkeit unterschiedlicher Formen der Präsentation für kybernetische Sachverhalte gesehen. In seinem Buch werden deshalb kybernetische Grundideen teils in sprachlicher, teils in mathematischer und manchmal eben auch in diagrammatischer Form getätigt. Entsprechend werden Diagramme für ganz spezifische Sachverhalte eingesetzt. Diagramme lassen sich bei Wiener also von sprachlichen und mathematischen Darlegungen distinguieren. Nichtsdestotrotz teilen alle diese medialen Formen, dass sie auf ihre spezifische Art diagrammatische Eigenschaften der Kybernetik lesbar, sichtbar und greifbar machen. Die Spezifik der Diagramme ist die Sichtbarmachung. Das folgende Diagramm (Abb. 13) zeigt eines der Regelkreis-Diagramme, die Wiener in seinen Grundlagentext integriert hat.

¹⁸⁹ Vgl. Pias, „Zeit der Kybernetik“, S. 25.

¹⁹⁰ „Wieners *Cybernetics*-Monographie markiert 1948 den Zeitpunkt einer ersten Uniformierung des kybernetischen Diskurses.“; vgl. Becker, *Black Box Computer*, S. 252.

¹⁹¹ Vgl. Latil, *Thinking by Machine*, S. 16.

¹⁹² Wiener, *Cybernetics*, S. 116.

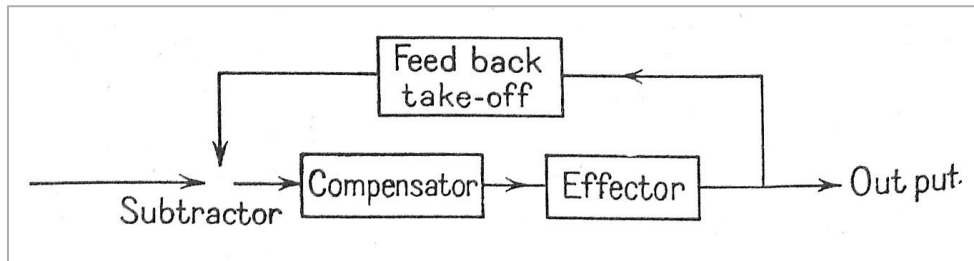


Abb. 13

Auf den ersten Blick scheint sich das Diagramm durch technische Bezeichnungen wie „Subtractor“ oder „Effector“ auf Technisches zu beziehen. Die bezeichneten Black Boxes sind Funktionseinheiten, deren Einordnung allein auf ihrer Bezeichnung beruht. Eine diagrammatische Anordnung konfiguriert sich durch Linien mit gerichteten Pfeilen. Ein Regelkreis erschließt anhand der Abzweigung, die zum Block „Feed back take-off“ führt. Der dazugehörige Text verändert nun die Lesart des Diagramms – ganz im Sinne der in Kap. 2.2.1. beschriebenen Hybridform von Diagrammen, die im Zusammenspiel von Bild und umgebendem Text hergestellt wird: “Feed-backs of this general type are certainly found in human and animal reflexes.”¹⁹³ Der Kontext des Diagramms stellt also die allgemeine Bedeutung des Diagramms klar, es wird deutlich, dass das Diagramm auf Maschinen und Organismen gleichermaßen bezogen werden kann. Wiener selbst stiftet nur erste Ideen dafür, wie die Kybernetik als Wissenschaft verfahren sollte und welche Medien zur Kommunikation ihrer Konzepte und Anliegen angemessen wären. Die Verallgemeinerung von Regelkreisen in Diagrammen geschieht erst in der Nachfolge zu Wieners Buch. Gerade Veröffentlichungen aus den späteren 1950er und während der 60er Jahre werden verschiedene Diagramme des Regelkreis als eine Art Metakonzepit der Kybernetik vorlegen.¹⁹⁴

Noch im selben Jahr, in dem Wieners Buch *Cybernetics* erscheint, gibt der *Scientific American* einen Artikel¹⁹⁵ von Wiener heraus, in dem sich Bilder ganz anderer Art finden lassen. Auf den ersten Blick erscheinen sie weniger als wissenschaftliche Diagramme mit mathematischem bzw. technischem Hintergrund, sondern wie veranschaulichende Illustrationen. Der Einsatz gerade solcher Bilder könnte der populärwissenschaftlichen Ausrichtung des *Scientific American* geschuldet gewesen sein. Nichtsdestotrotz besitzen die Bilder Potenzial für die Vermittlung und Untermauerung des kybernetischen Regelkreises. In der Bildunterschrift zu Abb. 14 ist etwa zu lesen:

¹⁹³ Ebd., S. 133.

¹⁹⁴ Vgl. Kap. 2.3.5.

¹⁹⁵ Norbert Wiener, “Kybernetik (1948)“, in: *Futurum Exactum. Ausgewählte Schriften zur Kybernetik und Kommunikationstheorie*, hrsg. v. Bernhard Dotzler, Wien: Springer-Verl. 2002, S. 13–29.

„Das Nervensystem ist aus Sicht der Kybernetik mehr als ein Apparat zum Empfangen und Übermitteln von Signalen. Es bildet einen Kreislauf, in dem bestimmte Impulse in die Muskeln gelangen und dann über die Sinnesorgane wieder in das Nervensystem zurückgelangen.“¹⁹⁶

Der Text charakterisiert das Bild nun auf bestimmte Weise, macht es einordbar, indem von „Kreislauf“ gesprochen wird. Das ist nun eine kybernetische Idee, wie sie gerade spätere Bilder¹⁹⁷ der Kybernetik vermehrt aufgegriffen haben: sichtbar gemacht wird eine organische Struktur mit Eigenschaften eines Regelkreises. Verortet ist dieser im Nervensystem, einem organischen Verbindungsnetz, über das Impulse als Auslöser von Muskelaktivität gesendet werden und in das auch zugleich entsprechende Sinneswahrnehmungen wieder rückgekoppelt werden. Auch wenn das Bild dies nicht explizit zeigt, so ergibt sich im Zusammenhang mit dem Text die Auffassung, es beim Nervensystem mit einer potenziellen Regelkreisstruktur zu tun zu haben. Damit wird verdeutlicht, dass die Kybernetik auch organische Phänomene betrachtet, die ebenfalls diagrammatisch dargelegt werden können. Diese diagrammatischen Eigenschaften des Nervensystems werden erst daran explizit, dass

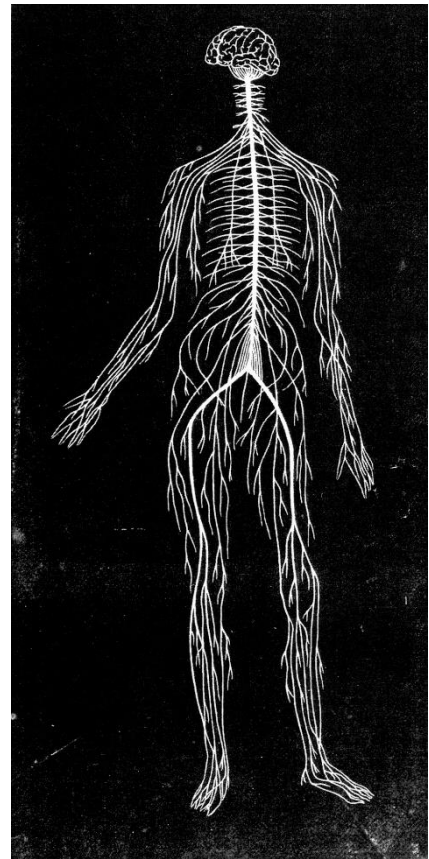


Abb. 14

sie durch Beschreibung und Sichtbarmachung in eine (be)greifbare Form gebracht werden. Indem die Kybernetik anhand solcher Gegenstände ihre grundlegenden Konzepte – wie Regelkreis und Feedback – verdeutlicht, findet ein Prozess der Konstruktion statt, der Gegenstände als kybernetisch sichtbar macht und damit auch die kybernetischen Zugänge unterstreicht. Als kybernetischer Sachverhalt tritt das Nervensystem auch durch die Evidenz eines Bildes hervor, da sich im Bild die Analogien zu Kreisstrukturen erst in ihrer Anschauung erschließen lassen. Wiener gibt hier eine der frühesten Deutungen des menschlichen Nervensystems als Beispiel für kybernetische Beschäftigung.¹⁹⁸ Er benutzt ein Bild zur Offen-Legung und bedient sich auch der Offen-Sichtlichkeit einer Analogie zum Regelkreis – wohlgermerkt mit Erläuterungen, die diesen Kontext eröffnen. Außerdem wird mit dem Bild eine Verknüpfung hergestellt zwischen einer anatomisch-physiologischen Sichtbarmachung vom Nervensystem und der spezifisch

¹⁹⁶ Ebd., S. 18.

¹⁹⁷ Vgl. Kap. 2.3.7.

¹⁹⁸ Wiener behandelt Funktionsweisen und Phänomene im Zusammenhang mit dem Nervensystem auch in verschiedenen Schilderungen in *Cybernetics*, vgl. S. 14f. oder S. 113f.

kybernetischen ‚Lesart‘ des Bildes. Seine kybernetische Relevanz wird durch das Sichtbarmachen von Kreisläufen, die sich als Regelkreise realisieren können, hervorgekehrt.



Abb. 15

Innerhalb weniger Jahre wurde Wiener selbst das prägende Gesicht der Kybernetik, auch populärwissenschaftliche Abbildungen haben das thematisiert. Abb. 15 stammt aus dem erstmals 1963 in Moskau erschienenen Buch *Grundriß der Kybernetik* – als deutsche Übersetzung wurde es 1966 herausgegeben. Darin wird die Person Norbert Wiener als Karikatur mit den Abstraktionsleistungen der Kybernetik zusammengebracht. Wiener hat den

Entwurf der Kybernetik als eigenständige Wissenschaft vorgelegt und wird entsprechend als jemand dargestellt, dessen Zugang verschiedenste Gegenstände zusammenführt. Dieses ‚Auffädeln‘ kann als jene Konstruktionsleistung interpretiert werden, die Wiener im Grundlegen der Kybernetik vollzogen hat. Das Bild will diesen Sachverhalt unterhaltsam zugänglich machen, während sich darin auch grundsätzliche Gedanken der Kybernetik kommunizieren. Auch hier findet Sichtbarmachung statt und zwar, indem retrospektiv die Hervorbringung einer Wissenschaft in einer Geste bildlich einfangen wird. Wiener gilt gleichsam als erster ‚Konstrukteur‘ einer Wissenschaft, die ihre Ideen, Theorien und Gegenstände gerade erst entdeckt und in den Rahmen der Kybernetik einpflegt. In dem Bild scheint durch, was auch Hagner den Ansprüchen Wieners attestiert hat:

„Auch wenn Wiener sehr wohl die Schwierigkeiten einer kybernetischen Theorie sozialer Vorgänge und der Gesellschaft sah, ging es ihm darum, die Kybernetik als umfassende Leitwissenschaft des Informationszeitalters zu installieren.“¹⁹⁹

Auch die Karikatur lässt sich als eine ähnliche Beschreibung von Wieners Begründung einer „Leitwissenschaft“ oder auch „Universalwissenschaft“²⁰⁰ sehen. Kybernetische Regelkreise beschränken sich eben nicht nur auf Technisches oder Organisches, sondern können potenziell bis in das Soziale und die Gesellschaft hineinreichen.

¹⁹⁹ Michael Hagner, „25. Kybernetik“, in: *Sprache - Kultur - Kommunikation. Ein internationales Handbuch zur Linguistik als Kulturwissenschaft*, hrsg. v. Ludwig Jäger [u.a.], Berlin/Boston: de Gruyter Mouton 2016, S. 259–67, hier S. 261.

²⁰⁰ Vgl. zur Kybernetik als Universalwissenschaft: Pias, „Zeit der Kybernetik“, S. 20.

Um Ansprüche dieser Art anzumelden gab es in kybernetischen Veröffentlichungen wiederkehrend Diagramme, die sich auf die allgemeine Bedeutung der Regelkreisstruktur konzentrierten. Sie können als ein eigener Typus kybernetischer Diagramme beschrieben werden, die besonders daran beteiligt waren kybernetische Sichtweisen auf immer mehr Gegenstände und Bereiche auszudehnen. Diese Diagramme werden im folgenden Kapitel als „Metakonzzept“ der Kybernetik besprochen.

2.3.5. Regelkreise als Metakonzzept

Norbert Wiener hat in seinen ersten Veröffentlichungen zur Kybernetik Diagramme eher am Rande eingesetzt und sich mehr um die Darlegung kybernetischer in Textform oder mathematischen Formulierungen bemüht. Doch schon ab Mitte der 1950er Jahre wird das Sichtbarmachen von Regelkreisen in Diagrammen zu einem wichtigen Bestandteil kybernetischer Argumentation. Der Regelkreis avanciert im Zuge dessen zu einer Art Metakonzzept der Kybernetik, dass sich in entsprechenden Diagrammen immer wieder unterschiedlich materialisiert.

In Frankreich hat zu einer ähnlichen Zeit wie Guilbaud auch Albert Ducrocq ein kybernetisches Einführungsbuch²⁰¹ 1955 in Frankreich veröffentlicht. Sein Umgang mit Diagrammen unterscheidet sich grundlegend von dem Guilbauds oder Wieners: im ganzen Buch findet sich nur ein einziges Diagramm (Abb. 16), betitelt mit „Allgemeines Schema des kybernetischen Vorgangs“. Das Diagramm selbst und sein Titel lassen auf einen Anspruch schließen, der kybernetische Herangehensweisen ganz selbstverständlich in ein einzelnes Schema übersetzbar sieht. Es spricht für sich, wenn ein ganzes Buch nur eine einzige Abbildung enthält, die eine diagrammatische Struktur darstellt. Ducrocqs Diagramm gehört zu den ersten, die den universellen Anspruch der Kybernetik anhand eines Bildes in den Raum stellen.

Ducrocq entwirft ein Diagramm, dass eine Erweiterung des Regelkreises darstellt. In ein Gefüge eingebettet wird er noch von weiteren Bedingtheiten beeinflusst. Gerichtete Pfeile vermitteln zwischen Blöcken und sowohl die Linien als auch die Blöcke werden klar in ihrer Funktion beschriftet. Mit der Beschriftung alleine wird aber noch nicht deutlich, auf welche Gegenstände das Diagramm nun zu beziehen bzw. anzuwenden wäre. Es kann analog zu dem in Kap. 1.4. beschriebenen Diagramm (Abb. 3) gesehen werden, da hier etwas zur Anschauung kommt, das bereits von konkreten Kontexten und Bezügen hin zu einem visuellen Modell abstrahiert wurde. Ducrocqs Diagramm (Abb. 16) fungiert so nicht als Sichtbarmachung eines

²⁰¹ Ducrocq, *Die Entdeckung der Kybernetik*.

Das Diagramm stellt das allgemeine Schema des kybernetischen Vorgangs dar. Es besteht aus folgenden Elementen und Verbindungen:

- Ziel**: Ein Kasten am unteren linken Rand, der den Ausgangspunkt darstellt.
- Information über das Ziel**: Ein vertikaler Pfeil, der vom Ziel nach oben zum Programmierer führt.
- Programm-geber**: Ein Kasten, der das Ziel in ein Programm übersetzt.
- Festlegung eines Programms**: Ein Kasten, der das Programm festlegt.
- Information über die Mittel**: Ein horizontaler Pfeil, der vom Programmierer zum Festlegen des Programms führt.
- Mittel zum Handeln**: Mehrere vertikale Pfeile, die von oben zum Auswahl-Block führen.
- Energie**: Ein vertikaler Pfeil, der von oben zum Auswahl-Block führt.
- Auswahl**: Ein Kasten, der die Mittel zum Handeln auswählt.
- Vergleichs-gerät**: Ein Kasten, der die Abweichung vergleicht.
- Regelungs-signale**: Ein horizontaler Pfeil, der vom Vergleichs-gerät zum Auswahl-Block führt.
- berechnete Handlung**: Ein Text, der die resultierende Handlung beschreibt.
- geregelte Handlung**: Ein Text, der die tatsächliche Handlung beschreibt, dargestellt durch ein Boot.
- Abweichung**: Ein horizontaler Pfeil, der von der geregelten Handlung zum Ziel führt.
- Eingabe der Abweichung**: Ein vertikaler Pfeil, der die Abweichung zum Vergleichs-gerät führt.
- Regelkreis**: Ein gestrichelter Rahmen, der den Vergleichs-Apparat, die geregelte Handlung und die Abweichung umschließt.

In der Abstraktheit dieser Verweisstruktur finden sich überraschenderweise auch konkrete visuelle Elemente, die ikonische Abbildungen von Objekten sind: zum einen die Darstellung eines Schiffs, das mit „geregelter Handlung“ bezeichnet ist; zum anderen eine Art Schalteinheit, die mit „Auswahl“ beschriftet ist und als Zeiger bzw. Schaltvorrichtung mögliche „Mittel zum Handeln“ auswählt. Die beiden Darstellungen weichen in ihrer Gestaltung von der Abstraktheit der übrigen Black Boxes ab. Sie bilden ein anderes ikonisches Verhältnis zu dem aus, für das sie hier

²⁰² Vgl. zu Steuermann und Lotse in der Kybernetik: Ducrocq, *Die Entdeckung der Kybernetik*, S. 5-8; vgl. auch Frank, „Was ist Kybernetik?“, S. 12-14.

nahelegt. Black Boxes an sich sind zwar technisch konnotiert,²⁰³ werden aber gerade in kybernetischen Diagrammen graphische Abstraktionen, die grundsätzlich darüber hinwegsehen, ob in der ‚Box‘ eine Maschine, ein Mensch oder Teile von ihnen stecken. Der Schalter in Abb. 16 bildet nun innerhalb des Diagramms jenes ‚Organ‘, das diskret organisierte Handlungsoptionen bereithält und Informationen darüber an den „Programmgeber“ weitergibt. Auffällig ist in diesem Diagramm auch, wie der Regelkreis graphisch markiert und explizit beschriftet wird. Offenbar geht es in Veröffentlichungen wie der von Ducrocq immer auch darum Vermittlungsarbeit für die kybernetischen Konzepte zu leisten, und das heißt auch, Regelkreise eindeutig hervorzuheben. Selbst im Versuch ein allgemeines Diagramm des kybernetischen Regelkreises herzustellen gelangt Ducrocqs Diagramm – gewollt oder ungewollt – in konkrete Bezüge hinein, umfassendes Abstrahieren erscheint also auch in Bildern als schwer umsetzbar.

Ein anderes, eher allgemein gehaltenes Diagramm findet sich bei Axel Viggo Blom, dessen Buch²⁰⁴ 1959 in München erschienen ist. Seine Darstellung gestaltet den Regelkreis möglichst übersichtlich und greifbar. Die Beschriftung der Funktionseinheiten und die Darstellung lassen wieder auf die Sichtbarmachung eines

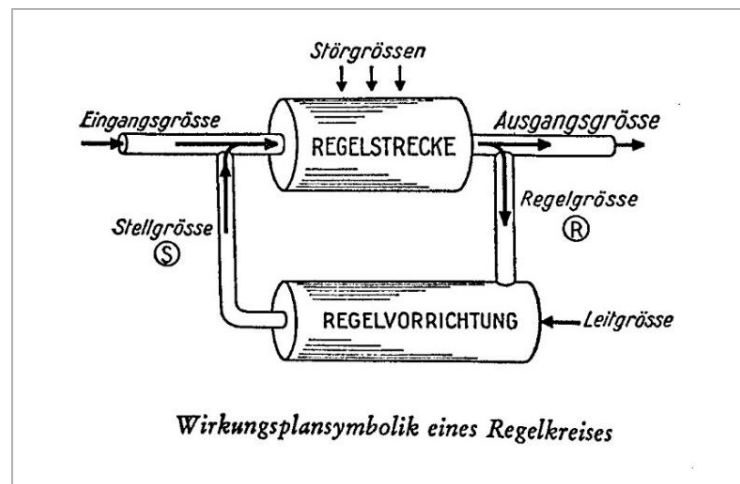


Abb. 17

Regelkreises als allgemeines Modell schließen, dessen Beziehung zu konkreten Gegenständen bzw. Sachverhalten noch nicht festgelegt ist. Das teilt Abb. 17 sowohl mit Abb. 16 als auch dem Beispiel aus der Einleitung (Abb. 3). Alle diese Diagramme konstruieren Bilder von Regelkreisen, welche die grundlegende diagrammatische Struktur dahinter vermitteln wollen, ohne sich dabei auf konkrete Anwendungen festzulegen. Bloms Diagramm erscheint in seiner Gestaltung weniger abstrakt, weil die Blöcke und Verbindungen nicht wie abstrakte Linien und idealtypische Black Boxes anmuten: vielmehr vermittelt sich der Eindruck von Leitungen und Kesseln, wo bspw. Dampf²⁰⁵, Flüssigkeiten oder auch Strom zirkulieren. Die ästhetische Gestaltung legt nahe, dass in diesem Regelkreis in ganz physikalischem Sinne Materie zirkuliert

²⁰³ Vgl. von Hilgers, „Ursprünge der Black Box“, S. 142-149.

²⁰⁴ Axel Viggo Blom, *Raum, Zeit und Elektron. Perspektiven der Kybernetik*, München: Paul Müller 1959.

²⁰⁵ Vgl. zu Bildern vom Dampfbregler Kap. 2.3.6.

und geregelt wird: hier scheint die in kybernetischen Diagrammen oft vollzogene Abstraktion in graphischen Darlegungen eher eine Einschränkung durch die ästhetische Gestaltung zu erfahren. Obwohl das Diagramm zweifellos ein Modell für Regelkreise abgibt, limitieren sich die vorstellbaren Sachverhalte durch eine Gestaltung, die sich um eine gewisse Konkretheit im Abbilden bemüht, indem sie die Nähe zu physikalisch-technischen Abläufen sucht. Die Gestaltung des Diagramms läuft also einem Anliegen nach möglichst umfassender Übertragbarkeit entgegen, auch wenn sie die diagrammatische Struktur eines Regelkreises sichtbar macht und sich auch an die üblichen Bezeichnungen der Teile eines Regelkreises hält. Anders angelegt werden Regelkreise als kybernetisches Metakonzzept in Felix von Cubes 1970 erschienenen populärwissenschaftliche Buch *Technik des Lebendigen*. Sein Buch ist durchzogen von einem visuellen Regelkreisschema, das eigens dafür gestaltet wurde „wie eine Transparentfolie über alle möglichen Bilder“ gelegt werden zu können.²⁰⁶ Dieser Ansatz beruht auf einer ganz bestimmten ästhetischen Handhabung des Regelkreises – das Ergebnis sind simple, aber in besonderer Weise Evidenz herstellende Sichtbarmachungen von Regelkreisen. Zu Beginn seines Buchs führt Cube eine Art Grunddiagramm (Abb. 18) ein, das wie bei Ducrocq ein allgemeines Schema des Regelkreises darstellen soll. Es lässt sich in die Reihe von Diagrammen einordnen, die mit dem Anspruch auftreten Regelkreise als kybernetisches

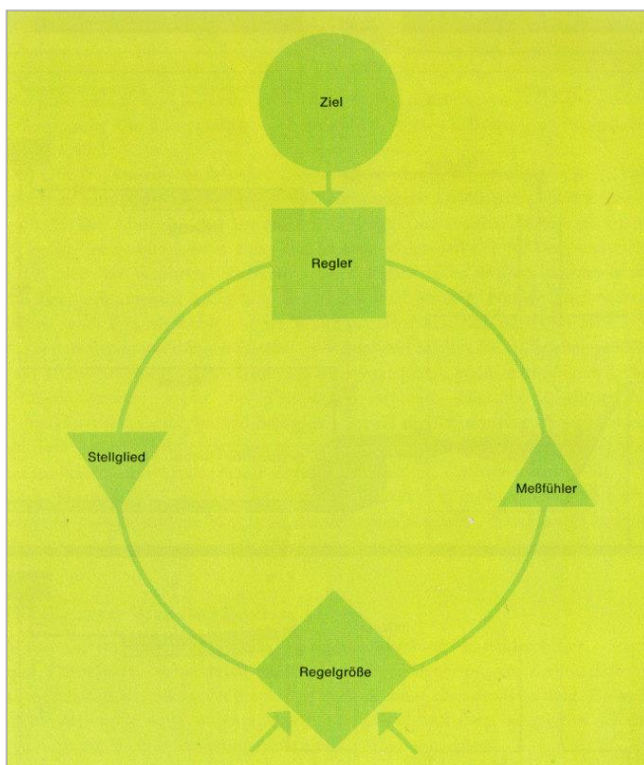


Abb. 18

Metakonzzept sichtbar machen zu wollen. Aufgrund seiner ästhetischen Erscheinung verdient das Diagramm genauere Betrachtung: die Blöcke im Diagramm sind gut unterscheidbar, weil sie durch unterschiedliche geo-metrische Figuren dargestellt werden. Unabhängig von ihrer geometrischen Form bilden aber alle Blöcke gleichermaßen Black Boxes. Die Blöcke und ihre Bezeichnungen werden hier schon mit Funktionen bezeichnet, dabei findet eine Verschränkung von Bildlichkeit und Schriftlichkeit statt. Die farbliche Gestaltung sollte nicht darüber

²⁰⁶ Pias zieht insbesondere die Diagramme aus von Cubes *Technik des Lebendigen* heran um die kybernetische Argumentation in Regelkreisdigrammen anschaulich zu machen; vgl. Pias, „Zeit der Kybernetik“, S. 23-25.

hinwegtäuschen, dass es als allgemeines Diagramm vielfältig auf Sachverhalte übertragen werden kann.

Im Verlauf von Cubes Buch folgen verschiedenste Bilder, die von eben diesem Grunddiagramm abgeleitet bzw. an ihm orientiert werden: es bildet einen diagrammatischen und ästhetischen Ausgangspunkt für die Konkretion von Regelkreisen in Bildern – gerade auch, weil es sich in seiner ästhetischen Gestaltung geradezu anbietet an Bilder angedockt zu werden. Am Anfang des Buches findet sich also ein abstraktes Grundmodell des Regelkreises, das in weiterer Folge auf ausgewählte Bilder wie eine „Transparentfolie“ aufgelegt wird.²⁰⁷

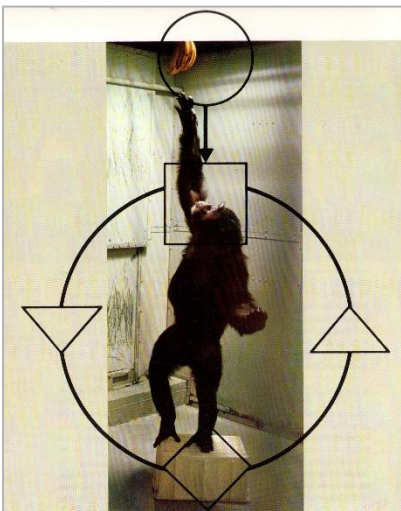


Abb. 19

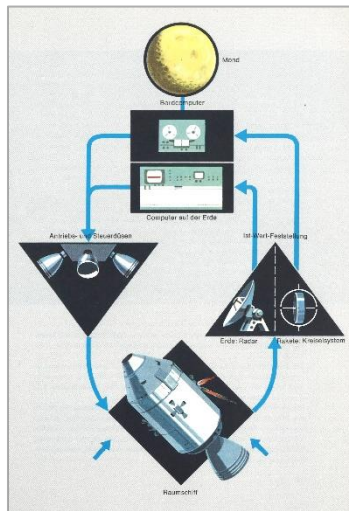


Abb. 20

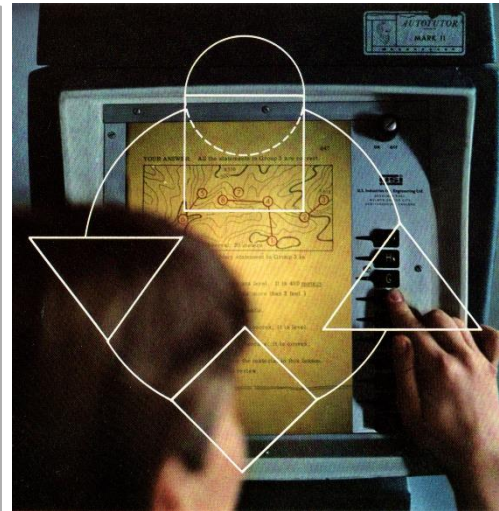


Abb. 21

In manchen Bildern (Abb. 19-21) aus *Technik des Lebendigen* werden diagrammatische Struktur und mediale Abbildung eines Sachverhalts in eine Art visuelle Überblendung gesetzt. Die Art des (Bild-)Mediums ist dabei unerheblich, es mag in einer Photographie oder schematischen Zeichnung stattfinden – allein die Möglichkeit einen Regelkreis am Gegenstand bzw. Sachverhalt graphisch anzudocken zählt. Durch die Überblendung mit dem Bild wird der Regelkreis gleichsam *im* Vorgang sichtbar gemacht – obwohl das Bild selbst ja auch nur ein Ab-Bild des jeweiligen Vorgangs darstellt. Die Bilder sind das Ergebnis einer Anwendung des Grunddiagramms (Abb. 18), welches mit konkreten medialen Abbildungen gekoppelt wird – das Ergebnis sind „diagrammatische Evidenzen“²⁰⁸ im Bildlichen. Cubes Vorgehen lässt sich mit dem von Krämer beschriebenen „Graphismus“ des Diagrammatischen zusammenbringen:

²⁰⁷ Vgl. ebd., S. 24.

²⁰⁸ Pias hat „Diagrammatische Evidenzen“ der Kybernetik anhand von den Bildern aus von Cubes *Technik des Lebendigen* herausgestellt – ohne dabei über ihre genaue Herkunft Aufschluss zu geben; vgl. Pias, „Zeit der Kybernetik“, S. 23-25; vgl. weitere Einschätzungen zu von Cubes Bildern in: Pias, „Unruhe und Steuerung“, S. 304-306.

indem auf „einer Oberfläche etwas eingraviert oder aufgetragen wird“, kann „ästhetische und kognitive Erfahrung“ gleichermaßen ermöglicht werden.²⁰⁹ Gerade Photographien als solche Oberflächen – sie bieten sich als Projektionsflächen, als Schauplätzen der Überblendung geradezu an – einzusetzen ist eine bemerkenswerte kybernetische Konstruktionsleistung, die hier in einer späteren und an eine breitere Öffentlichkeit gerichteten kybernetischen Veröffentlichungen vollzogen wurde. Von Cubes Bilder machen wie sonst nur wenige kybernetische Diagramme evident, dass die Sichtbarmachung von Regelkreisen einer visuellen Argumentationsstrategie und -leistung folgt. All dies vermittelt sich anhand der Diagrammatik, deren „epistemische[s] Potenzial [...] Erkenntnis im graphischen Modus selbst“ ermöglichen kann.²¹⁰

An den Bilder bei von Cube (Abb. 18-21) oder dem Diagramm von Ducrocq (Abb. 16) lässt sich nachvollziehen, wie der Regelkreis in der Kybernetik durch unterschiedliche visuelle Strategien zum Metakzept gemacht wird: von Cubes unterschiedliche Bilder werden dank des ästhetisch anpassungsfähigen Diagramms immer wieder überblendet; bei Ducrocq wird die Alleinstellung des Regelkreises durch die Beschränkung auf ein einziges Schemas universell anknüpfbar gemacht. Bei Cube vermittelt sich der Regelkreis mit jedem überblendeten Bild deutlicher als kybernetisches Metakzept. In Veröffentlichungen wie jener von Ducrocq wird dagegen durch die bewusste Setzung eines einzigen Regelkreis-Diagramms eine übergeordnete Geltung als Metakzept erreicht, da so die umfassende Anwendbarkeit postuliert wird. Das Ausklammern anderer Bildbeispiele behauptet eine Art Alleinstellung des Schemas, es scheint potenziell für alle möglichen Fälle eintreten zu können. Nur Bloms Diagramm (Abb. 17) scheint durch den evozierten Eindruck einer Zugehörigkeit zur technischen Sphäre nicht ganz als Metakzept zu greifen. Alle Diagramme konstruieren aber gleichermaßen ein Modell für kybernetische Regelkreise, das sich in seiner vielfältigen Anwendbarkeit als allgemein, womöglich sogar universell zeigen soll.

Gerade von Cubes Bilder vollziehen eine spezielle Art der Konstruktion, weil alle seine Beispiele – Photographien, Schemata, Zeichnungen – zum Zweck der Sichtbarmachung des Regelkreises entweder eigens angefertigt oder absichtsvoll ausgewählt wurden. Eine Kybernetik, wie sie seine Bilder entwerfen, ist kontinuierlich auf der Suche nach Gegenständen und verhandelt diese Suche auch in Bildern. Und wo sich keine Gegenstände finden lassen, kann das Grundmodell immer auch zur Hervorbringung von Gegenständen anleiten. Auch Artmann hat solche Bestrebungen nach ‚Kybernetisierung‘ aller möglichen menschlichen

²⁰⁹ Vgl. Krämer, „Diagrammatisch“, S. 164.

²¹⁰ Vgl. Mersch, „Aspekte visueller Epistemologie“, S. 292.

Belange behandelt und dabei kritisch betont, dass „seriöse[] kybernetische[] Modellierung“ etwas anderes bedeute als das rein visuelle Anzeigen von Regelkreisen in Bildern.²¹¹ Cube selbst hat ‚Kybernetisierung‘ stark von Regelkreisen – d.h. Rückkopplung – her gedacht und dafür an anderer Stelle betont:

„[...] die allgemeine Theorie der Rückkopplung macht die einzelnen Erscheinungen nicht nur in exakter Weise darstellbar, sie dient zugleich auch als Basis neuerer Erfindungen, Entdeckungen und Anwendungen.“²¹²

Mit solch einer „allgemeine[n] Theorie der Rückkopplung“, welche Regelkreise anwendbar macht, Neue auffinden lässt oder diese sogar hervorbringt, scheint sich die Kybernetik einer „Universaltheorie“²¹³ anzunähern und der Regelkreis als entsprechendes Konzept festgelegt zu werden. Mersch hat nun genau diesen Anspruch zu widerlegen versucht: für ihn kommen solche Einschätzungen der Kybernetik nur zustande,

„[...] weil sie in allen diesen unterschiedlichen Prozessen [der Biologie, der Kognition oder des Sozialen, Anm. D.S.] dasselbe Prinzip, denselben ‚Regelkreis‘ und mit ihm dasselbe Schema der Rekursion *am Werk sieht* [Herv. D.S.].“²¹⁴

Mersch fragt also, ob sich der Status einer Universaltheorie nur anhand der „am Werk“ zu sehenden Regelkreise in Sachverhalten rechtfertigen ließe. Seine Kritik mündet schließlich in die Aussage, dass

„ ‚Regelkreise‘ [...] eben *keine* Kreise [ziehen], sowenig wie Effekte, die zu Ursachen werden [...], sondern sie stellen *temporale Verknüpfungen* zwischen Grenzwerten her, die ihrerseits ins Reaktionsschema miteingreifen“. ²¹⁵

Mersch verortet die Grundlagen von Regelkreisen bzw. Rückkopplung nicht in den diagrammatischen Postulaten der Kybernetik, sondern in der mathematischen Verfasstheit von Regelkreisen und ihrer Anwendung.²¹⁶ Damit grenzt er die Wirkmacht des Konzepts auf mathematische Erklärbarkeit ein – eine Eingrenzung, die sich in kybernetischen Diagrammen so nicht zwangsläufig ergibt. Merschs Infragestellung könnte direkt auf von Cubes Bilder (Abb. 18-21) gewendet werden, denn in von Cubes Diagrammen wird wenn, dann nur implizit mathematisiert, vor allem aber visuell konstruiert. Die *graphischen* Operationen dieser Diagramme beruhen eben genau darauf Regelkreise „am Werk“ sehen zu lassen – also sichtbar zu machen – und damit Gegenstände als kybernetisch hervorzukehren. Nur anhand des Bildlichen, nicht aber anhand des von Mersch vorgebrachten Mathematischen, kann die Rede

²¹¹ Vgl. Artmann, „Kybernetik zwischen Ingenieurwesen und Metaphysik“, S. 403.

²¹² von Cube, *Was ist Kybernetik?*, S. 131.

²¹³ Mersch, *Ordo ab chao*, S. 72.

²¹⁴ Vgl. ebd.

²¹⁵ Vgl. ebd., S. 74.

²¹⁶ Vgl. ebd., S. 56.

sein vom evidenten *Sehen* von Regelkreisen – und den Kreisen, die sie im Graphischen ziehen. Gewiss tendieren sichtbar gemachte Regelkreise hin zum „utopischen Potenzial der Kybernetik“²¹⁷, nichtsdestotrotz werden kybernetische Regelkreise in Bildern vor Augen geführt, real, evident und damit der Eigendynamik des Bildlichen unterworfen. In Bildern lassen sich Regelkreise auch ohne Rückgriff auf Mathematik konstruieren und gleichsam konkretisieren – diese Konkretion basiert sodann auf dem Diagrammatischen. Mersch selbst war es, der Bildern „eine genuin affirmative Struktur“²¹⁸ attestiert hat, die von der Unmöglichkeit zeugt etwas als Bild Gesehenes zu negieren.²¹⁹ Demzufolge kann auch ein sichtbar gemachter Regelkreis schon unhintergebar seine Existenz behaupten – ob diese nun mathematisch zutrifft oder nicht. Dies muss als Bestandteil der Verbildlichung, des Aktes der Sichtbarmachung, berücksichtigt werden.

Während Sichtbarmachung das theoretische Konzept des Regelkreises umfassen kann, dient sie in vielen Fällen auch ganz konkreten Sachverhalten. Das war bereits in den Beispielen von Cubes der Fall, wo die Regelkreise in Nahrungsbeschaffung eines Affen (Abb. 19), im Mondflug (Abb. 20) oder im Lernen am Lernautomat (Abb. 21) sichtbar gemacht wurden. Die folgenden Kapitel behandeln kybernetische Bilder und Diagramme die Regelkreise ebenfalls in konkreten Phänomenen andocken. Die Knotenpunkte der kybernetischen Beschäftigung in Bildern dreht sich dabei um technische Realisierungen und Maschinen, den Menschen und seinen Organismus und schließlich auch das Verhältnis, in das Maschine und Mensch vielfältig treten – in der Kybernetik und in ihren Bildern.

2.3.6. Regelkreise als technische Realisierungen

Der automatisch arbeitende Fliehkraftregler, den James Watt Ende des 18. Jhd. in Dampfmaschinen zu integrieren beginnt, gilt als eine der ersten technischen Umsetzungen des Feedback-Prinzips in einer Maschine.²²⁰ Der Fliehkraftregler – auch „Zentrifugalregulator“²²¹ genannt – mit seinem emblematischen Aussehen (Abb. 22) wird im Regelkreis der Dampfmaschine an diejenige Stelle gesetzt, an der bislang noch ein Mensch geregelt hatte und eine wichtige Rolle für den technischen Ablauf innehatte. Evident wird an diesem Beispiel

²¹⁷ Pias, „Unruhe und Steuerung“, S. 301-325.

²¹⁸ Mersch, „Das Bild als Argument“, S. 326.

²¹⁹ Vgl. Mersch, „Naturwissenschaftliches Wissen und bildliche Logik“, S. 413.

²²⁰ Vgl. bspw. Frank, *Was ist Kybernetik?*, S. 15; Rolf Lohberg/Theo Lutz, *Keiner weiß was Kybernetik ist. Eine verständliche Einführung in eine moderne Wissenschaft*, Stuttgart: Franckh 1968, S. 86f.

²²¹ Uri Zebstein, „Regeln und Regler“, in: *Epoche Atom und Automation - Enzyklopädie des technischen Jahrhunderts. Band VII: Kybernetik. Elektronik. Automation*, hrsg. v. Ludwig Albert, Genf: Kister 1959, S. 19–26, hier S. 19.

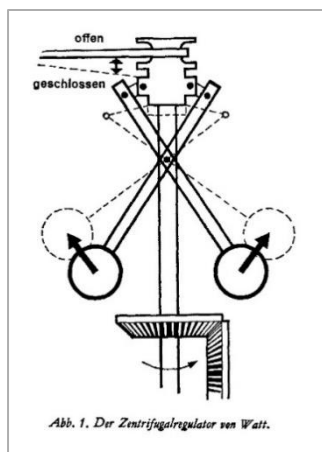


Abb. 22

– zentral für die „Vorgeschichte kybernetischer Theorien“²²² – die Frage, wie der Mensch als „komplexe[r] Funktionsmechanismus [...], der sich nicht prinzipiell von Maschinen“ unterscheidet,²²³ zugunsten der vollständigen Automatisierung eines technischen Regelkreises zurückgetreten ist. Anhand der Ersetzung des Menschen durch einen technischen Mechanismus gerät das bis in unsere Gegenwart hinein virulente Verhältnis zwischen Mensch und Maschine in den Blick. Kybernetische Diagramme haben den Blick auf Mensch-Maschine-Verhältnisse visuell zugänglich gemacht und damit zu thematisieren begonnen.

Regelkreis-Diagramme beinhalten immer in Relation gesetzte Elemente, die auf Basis ihrer jeweiligen Funktion ins Diagramm gesetzt werden. Viele dieser Diagramme dienen dazu, die die Abstraktheit von kybernetischer, regelkreisgeleiteter Theorie sichtbar zu machen.²²⁴ Im Gegensatz dazu haben manche populärwissenschaftlich-kybernetischen Bilder versucht kybernetische Sachverhalte zugänglich, stilisiert und eher abbildend einzufangen. Der Mensch wird darin

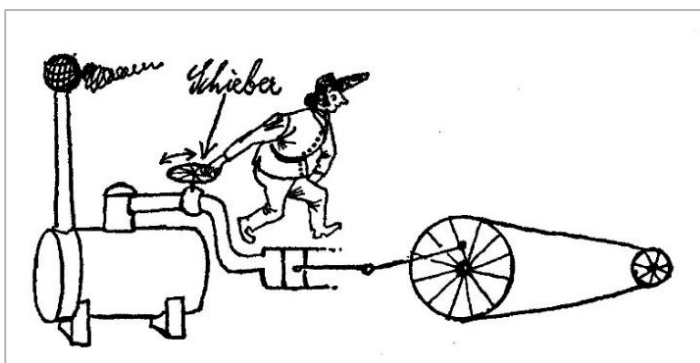


Abb. 23

gerade nicht in Form einer Black Box dargestellt, sondern zeichnerisch repräsentiert und insofern auch ästhetisch seine Eigenständigkeit behauptet – insofern kommt es auch nicht zu der von Mersch nahegelegten „Einebnung“ zwischen Mensch und Maschine,²²⁵ sondern zur dauerhaften Entkopplung. Diesen Sachverhalt behandeln Abb. 23 und Abb. 24: sie illustrieren in einer Rhetorik des Vorher-Nachher, wie im Regelkreis der Watt’schen Dampfmaschine an die Stelle des Menschen der automatische Regler tritt. In Abb. 23 füllt der Mensch die Leerstelle aus, die zwischen dem im Bild als „Schieber“ bezeichneten Ventil und dem anzutreibenden Rad besteht. Das lässt sich auch visuell als eine gewisse Unverbundenheit erkennen, zwischen dem blickend-regelnden Mensch und seinem Ziel, das von der Dampfmaschine angetriebene Rad mit konstanter Geschwindigkeit laufen zu lassen. Es klafft sozusagen ein Loch in der technischen Anordnung, das vom Menschen eher unzureichend geschlossen wird. Es ist vor

²²² Becker, *Black Box Computer*, S. 212.

²²³ Vgl. Hörl/Hagner, „Überlegungen zur kybernetischen Transformation des Humanen“, S. 11.

²²⁴ Vgl. Hagner, „Bilder der Kybernetik“, S. 387.

²²⁵ Vgl. Mersch, *Ordo ab chao*, S. 48.

allem der begleitende Text zum Bild, der unterstreicht, dass immer Ungenauigkeit und Fehleranfälligkeit im Raum stehen, wenn der Mensch – im wortwörtlichen Sinne – *manuell* regelt:

„Diese höchst einfache und auch nicht immer ganz zuverlässige Einrichtung (denn dem Mann wurde es mit der Zeit langweilig, und dann ließ seine Aufmerksamkeit nach) war [...] ein Regelkreis mit Rückkopplung. [...] als er [James Watt, Anm. D.S.] sah, daß der Mann am Regulierventil wohl doch nicht so Hervorragendes leistete, ersetzte er ihn durch eine Maschine, die weit besser funktionierte.“²²⁶

Hier klingt eine Rhetorik an, die den Glauben an voranschreitende Verbesserung durch Technisierung und Automatisierung nahelegt. Die Antwort, die nun Abb. 24 geben will, offenbart sich als eine *visuell* überzeugende Antwort: gewichen ist die Leerstelle mit dem

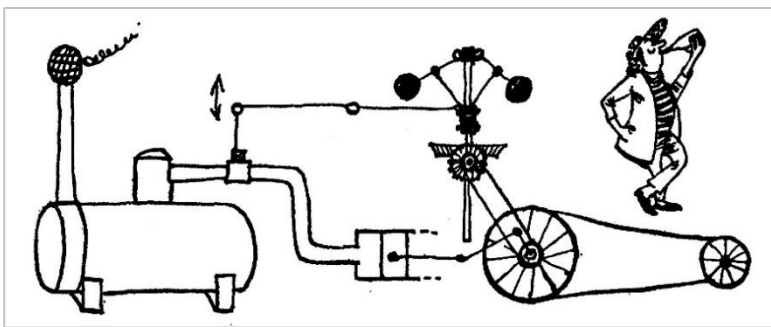


Abb. 24

unzureichenden, weil menschlichen Bindeglied dem nun vollkommenen, weil technisch geschlossenen Regelkreis. Die Genialität dieser Errungenschaft, einen automatischen Regler an die Stelle des men-

schlichen Reglers zu stellen, wird z.B. bei Latil betont: “Its perception is never at fault; its attention is never diverted and it never leaves the control levers unattended. One cannot but marvel at the ingenuity of such a mechanism.”²²⁷ In den beiden Bildern wird den Lobgesängen auf die technische Überlegenheit ein anderer Aspekt zur Seite gestellt: ein *entlasteter* Mensch verweilt nun neben der strengen, maschinellen Anordnung des Regelkreises – der Ausschluss wird positiv konnotiert, ja sogar zelebriert. Das mit den zwei Bildern vollzogene Vorher-Nachher bildet eine visuelle Argumentation für das Schließen des Regelkreises zu einem gänzlich technischen Gefüge. Und implizit wird diese Errungenschaft auch einer Kybernetik zugeschrieben, die sich schließlich in der Tradition von Watts automatischem Regler weiterhin solchen Regelkreisvorgängen in Maschine, Mensch und Gesellschaft widmet, die immer wieder im selben Modus Entlastung produziert – oder zumindest an der Theorie der Entlastung arbeitet. Der in beiden Bildern analog zu sehende Regelkreis ist durch eine Relation bestimmt, die sich zwischen seinen heterogenen Teil(system)en – die eigentliche Dampfmaschine, der Mensch bzw. der automatische Regler, das angetriebene Rad – als diagrammatische Struktur ausbildet: diese Struktur liegt sowohl in der Mitwirkung des Menschen als auch in der rein technischen

²²⁶ Lohberg/Lutz, *Keiner weiß was Kybernetik ist*, S. 86.

²²⁷ Latil, *Thinking by Machine*, S. 47.

Realisierung vor. Deshalb gestalten sich auch Zeichnungen wie in Abb. 23 und Abb. 24 als diagrammatisch relevant, obwohl sie nicht auf der Abstraktheit und modellbildenden Eigenschaften von wissenschaftlichen Diagrammen basieren. Das Besondere an solchen populärwissenschaftlichen Abbildungen ist die Art, wie ein Regelkreis mit denkbar anderen graphischen Mitteln gezeigt wird: auch hier wird er in einem technischen Ablauf sichtbar gemacht, die zeichnerische Abbildung hat dabei aber wenig mit den in der Kybernetik üblichen Diagrammen gemeinsam. Diagrammatisch gesehen ist in Abb. 23 die Kreisstruktur geschlossen, obwohl keine sichtbaren Linien den Verlauf andeuten. In die diagrammatische Struktur integriert ist nämlich auch die menschliche Figur, sie bildet menschliche Fähigkeiten wie visuelle Wahrnehmung und manuelle Möglichkeiten der Hände ab, die dem Kreis eine geschlossene Form verleihen: in Regelkreis-Begriffen gesprochen steckt im prüfenden Blick des Menschen auf das dampfmaschinenbetriebene Rad die Funktion eines „Meßfühlers“ (von Cube) bzw. „Vergleichsorgans“ (Fuchs); in den Händen, welche die Anpassung der Dampfzufuhr umsetzen, steckt der eigentliche „Regler“ (Fuchs) bzw. das „Stellglied“ (von Cube). In Abb. 24 vereint nun der Fliehkraftregler alle diese Funktionen als zusammenhängender Mechanismus, der die Kreisstruktur nun auch visuell ersichtlich schließt. Was zuvor, unter Beteiligung des Menschen, ein geschlossener Regelkreis war, bleibt auch mit Fliehkraftregler ein geschlossener Regelkreis. An die Stelle des Menschen wurde einfach nur ein neuer „Regelkreis mit rein technischem Rückkopplungsmechanismus“ gesetzt.²²⁸ Aus Mensch ist Regelkreis geworden.

Helmar Frank hat zum Austausch des Menschen im Dampfmaschinen-Regelkreis ebenfalls eine bildliche Gegenüberstellung vorgelegt (Abb. 25). Die Ersetzung eines menschlichen Akteurs ist hier visuell so angelegt, dass die Ersetzung noch unauffälliger als in Abb. 23 und Abb. 24 passiert, die Analogien aber auch visuell ersichtlich werden. Mensch und automatischer Regler sind als Figuren im Diagramm austauschbar. Auch graphisch ist die vorgesehene Stelle in der Anordnung so angelegt, dass

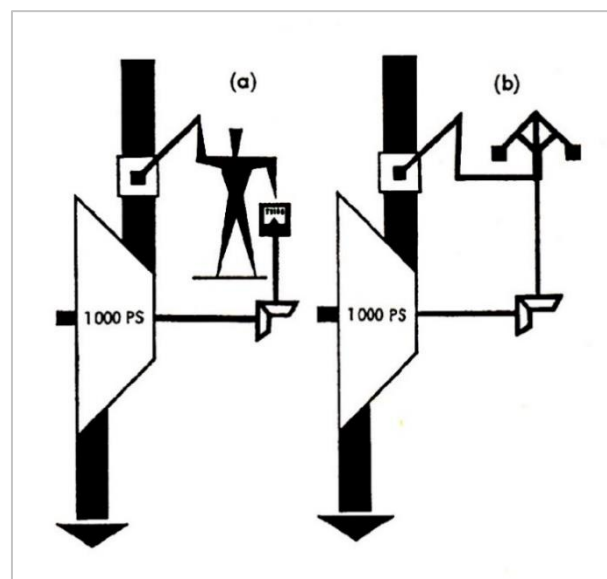


Abb. 25

Mensch als auch automatischer Regler die Leerstelle ausfüllen können. Das Schema ist bereits

²²⁸ Vgl. Lutz/Lohberg, S. 87.

so vorkonfiguriert, dass die Leerstelle nur noch funktionell geschlossen werden muss. Die Austauschbarkeit des Funktionsträgers ist schon diagrammatisch angelegt. Die Bilder vom Fliehkraftregler folgen der von Pias herausgestellten „Kybernetische[n] Argumentation durch visuelle Analogie“.²²⁹ Bestechend ist, wie im Fall der Dampfmaschine der Mensch aus einem technischen Ablauf ausgegliedert wurde sich dies einer diagrammatischen Entsprechung vollzieht, die der kybernetischen Argumentation dieser Ersetzung dienen soll. Das Versprechen, das solche Bilder dann geben, kann gleichsam für die Herausforderungen und Chancen stehen, die mit der Entlastung und gleichzeitigen Ersetzung des Menschen durch Maschinen aufzeigbar werden. Bilder als Mittel der Evidenz und der Überzeugung spielen hier eine besondere Rolle.

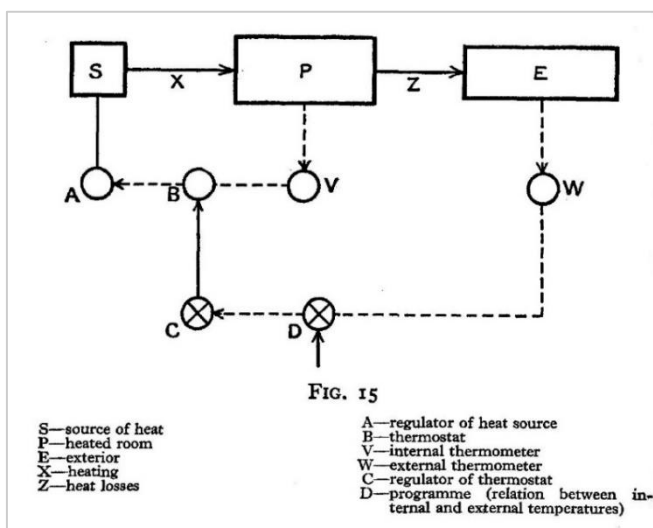


Abb. 26

In diesem Sinn kann auch das Thermostat – „Paradebeispiel eines kybernetischen Rückkopplungsprozesses“²³⁰ – gesehen werden. Der Mensch, früher selbst noch im wahrsten Sinne *unmittelbar* ins Heizen eines Ofens involviert,²³¹ wird im Thermostat-Regelkreis an die durchaus bequeme Stelle gesetzt, nur noch Programme auszuwählen. In dem Diagramm von Guilbaud (Abb. 26) ist der Mensch gar nicht mehr vorgesehen, das System

arbeitet ganz im kybernetischen Sinn selbst-reguliert. Ein Platz wird dem Menschen noch dort zugeordnet, wo aus Entscheidungsoptionen gewählt werden muss, wo also Inputs benötigt werden:

“[...] we can always enlarge our diagram so as to incorporate its user or operator in the total system. We then find ourselves [...] with C as a human agent operating on the thermostat and D representing his ideas on domestic hygiene [...]”.²³²

Der Mensch kann hier das automatische Programm durch seine Wünsche und Eingaben ersetzen und wird damit diagrammatisch zur Black Box, die eine Funktion im Regelkreis ausfüllt. Wir haben es also mit einem technischen Diagramm der Kybernetik zu tun, das ein Menschenbild vermittelt und prägt. Hagner hat dieses spezifisch kybernetische Menschenbild

²²⁹ Vgl. Pias, Einleitung, S. 21.

²³⁰ Mersch, *Ordo ab chaos*, S. 74.

²³¹ Vgl. Guilbaud, *What is Cybernetics?*, S. 27.

²³² Ebd., S. 29.

Atemvorgangs im Körper anschaulich verortet werden. Die einzelnen Elemente des Regelkreises sind entsprechend dem Teilvorgang bezeichnet, für den sie auch als Funktion im Regelkreis eintreten. Auch hier spielen Black Boxes als Darstellungsform eine wichtige Rolle, denn sie fassen die spezifischen Teilprozesse in Blöcke ein und bringen sie in übersichtliche Ordnung, während ihre tatsächliche Komplexität ausgespart bleibt. Die sprachliche Zuordnung ist das unumgängliche Mittel um in der graphischen Darstellung überhaupt auf die per se unsichtbaren Abläufe Bezug zu nehmen. Das unterstreicht die für Diagramme definitorische und untrennbare Koppelung von Bild und Schrift. In Abb. 27 offenbart sich also ein komplexes Zusammenspiel unterschiedlichster Körperfunktionen – von Muskulatur, über chemische Austauschprozesse bis hin zu Nerven- und Gehirnfunktionen. Deutlich wird, dass Vorgänge dieser Art besonders auf die Darstellungsmöglichkeiten von Diagrammen angewiesen sind. Die Bilder solcher Vorgänge sind originäre Sichtbarmachungen, denn weder chemische Prozesse, noch Nervenimpuls-übertragungen – und die Zusammenhänge, die sich im Gehirn bilden – besitzen genuine Sichtbarkeit. In Diagrammen aber lassen sie sich sichtbar machen und als Regelkreise fassen, sodass wir es mit kybernetischen Sachverhalten zu tun bekommen.

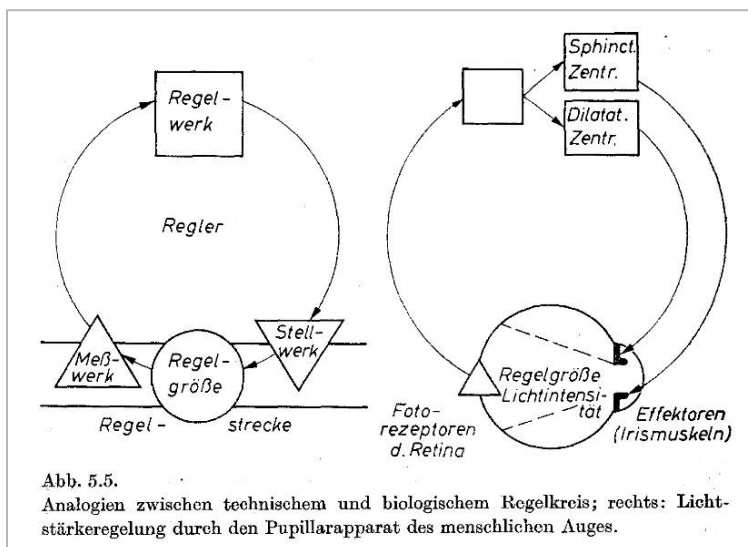


Abb. 28

stellt ist, kann rechts die „Lichtstärkeregelung“ im Auge nachvollzogen werden. Die Analogie zwischen den beiden Diagrammen wird auch im Text unterstrichen: „In struktureller Hinsicht stellt der Pupillarapparat ein vollständiges Analogon zum technischen Regelkreis dar.“²³⁷ Die beiden Diagramme sind nicht nur durch das Nebeneinanderstellen in Analogie gesetzt, sondern auch durch bestimmte visuelle Ähnlichkeiten, die auf graphische Abwandlungen schließen lassen. Die Beschriftungen im rechten Bild geben Auskunft über die Verortungen im Körper,

Auch Steuerungsvorgänge im Zusammenhang mit der Wahrnehmung sind typische nicht-technische Beispiele der Kybernetik. In Abb. 28 wird ganz konkret mit der Setzung einer visuellen Analogie operiert: während auf der linken Seite ein allgemeiner – in der Bildbeschreibung als technisch charakterisierter – Regelkreis darge-

²³⁷ Hans Drischel, „Kybernetische Probleme in Biologie und Medizin“, in: *Einige Beiträge zu Fragen der Kybernetik*, hrsg. v. Siegm. Kubicek, Berlin: Volk und Wissen Volkseigener Verl. 1963, S. 90–114, hier S. 102.

aber auch gewisse Ähnlichkeiten zu Körperteilen werden angedeutet. Zwar werden die üblichen abstrahierenden Black Boxes verwendet um Gehirnfunktionen anzuzeigen, der Augapfel selbst wird aber als kreisförmige Abbildung den anatomischen Gegebenheiten des Auges angenähert. Es ist geometrisch so geformt, dass sich diagrammatische Verhältnisse durch die Einrichtung einer Blickrichtung ergeben: zwei strichlierte Linien im Auge stehen für den sich eröffnenden Bereich, wo das Licht einfallen kann. Die Darstellung der Wahrnehmungsverarbeitung im Gehirn greift wieder auf Black Boxes zurück. Es sind aber die Linien, welche für jene Wege stehen, die als Nervenkanäle überhaupt die Übermittlung von Wahrnehmungsinformationen bereitstellen. Die Verbindungskanäle bei der Lichtstärke-regelung im Auge unterscheiden sich natürlich fundamental von den Kanälen, auf denen technische Regelkreise basieren. Und doch bilden beide Diagramme, die ja in Analogie zueinander gesetzt sind, an ihren Linienzügen die grundsätzlichen Relationen aus, die zwischen den Teilen der Regelkreise bestehen. An diesem Beispiel lässt sich veranschaulichen, wie sich die Kybernetik auf visuelle Analogien verlässt.

Einen Grenzfall zwischen organischem, kognitivem und kulturell bedingtem Regelkreis macht Abb. 29 anschaulich. Sie verortet den Vorgang des Sprechens in einem den Körper durchlaufenden Regelkreis. Wiederum tritt das Gehirn als das zentrale Steuerungsorgan auf, von dem das Sprechen nicht nur ausgeht, sondern Ausgesprochenes auch auf verschiedenem Wege wieder dorthin zurückfindet. Das Gehirn ist an „sensorische und motorische Nervenstränge“ angeschlossen, über welche das Gesagte als Wahrnehmung registriert wird.

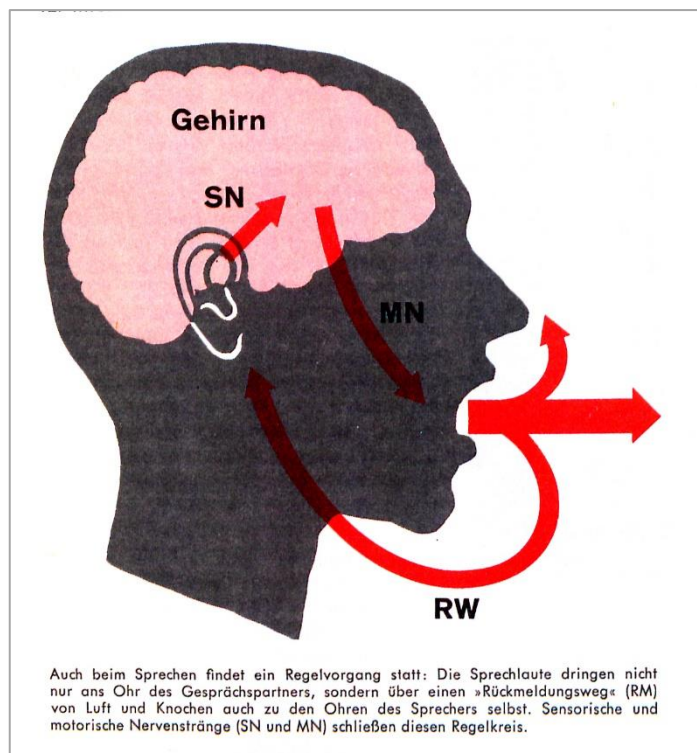


Abb. 29

Nicht nur das Hören spielt dabei eine Rolle, auch „Luft und Knochen“ bilden Wege, die im Regelkreis rückvermitteln. Einmal mehr ist das Gehirn die zentrale Black Box, die Eingangs- und Ausgangspunkt aller menschlichen Wahrnehmung, Reizverarbeitung und Produktion von Ausdruck darstellt. Die Art, wie Abb. 29 als Zeichnung solche Relationen sichtbar macht und dabei Linienzüge als verschiedene Wege der Übertragung zeigt ist ein aufschlussreiches Beispiel für ‚Kybernetisierung‘ – oder wie es Pias ausgedrückt hat: die kybernetische Erdung

eines Vorgangs durch einen Regelkreis, der sichtbar wird.²³⁸ Das Bild gibt dem Alltagsverständnis vom Sprechen und Hören eine Dimension, die auch die involvierten Übertragungskanäle berücksichtigt und das Gehirn als die zentrale Black Box im Vorgang untermauert. Wie auch immer das Gehirn Sprache regelt – Sprechen lässt sich in kybernetischer Auffassung ganz als Verarbeitung von Inputs und Outputs diagrammatisch sichtbar machen. Die in diesem Kapitel behandelten kybernetischen Diagramme, welche Vorgänge im menschlichen Körper behandeln, stehen für ein kybernetisches „Dispositiv [...] einer technizistischen Betrachtung des Menschen“, das seinen Fokus „nicht auf körperliche Strukturen, sondern auf Funktionen“ gelegt hat, in der Kybernetik beruhte es

„[...] auf dynamischen Zustände[n], Verdrahtungen, Verschaltungen und Regulationsvorgängen, bei denen es gleichgültig war, ob diese durch organische Substanzen wie Nervenzellen und -fasern oder durch Maschinen realisiert wurden.“²³⁹

An den Bildern dieses Kapitels kann ersichtlich werden, wie sich – technisch konnotierte – Verschaltung und Verdrahtung als Grundperspektiven der Kybernetik auf Sachverhalte ausbilden. Die graphische Form von Regelkreisen tritt als ideales Mittel für ‚Kybernetisierungen‘ aller Art auf. Die Verbindungen, auf denen Regelkreise beruhen, greifen auf diagrammatische Verhältnisse zurück, deren Sichtbarkeit und materielle Verschaltung ihr Vorbild in den Bildern der Kabel, Drähte oder sonstiger technischer Koppelung finden. Auffällig werden gerade in diesen kybernetischen Diagrammen die Kanäle, die sich im Menschen immer wieder auf das Nervensystem und seine Übertragung vom Gehirn zum jeweiligen Organ oder Körperteil konzentrieren. Überhaupt bilden die Linien, die für Kanäle verschiedenster Art stehen, die Basis kybernetischer Sichtbarmachungen. Mersch hat den Kanälen zugeschrieben, dass sie „geradezu als Paradigmata für technische Dispositive fungieren [können].“²⁴⁰ In kybernetischen Diagrammen werden Kanälen graphische Entsprechungen gegeben, die gleichermaßen Entwurf und Nachvollzug ermöglichen. Um welchen Kanal es sich konkret handelt, wird in den einzelnen Diagrammen programmatisch ignoriert. Einmal stellt das Nervensystem die Kanäle bereit, ein anderes Mal dienen die physikalischen Phänomene des Lichts und des Schalls im Zusammenhang mit Wahrnehmung als ‚Kanäle‘ – immer kommen Kanäle als Linien zur Anschauung.

Dieses Vorgehen deutet hin auf jene Diagramme, die im nächsten Kapitel behandelt werden: auch in ihnen werden verschiedene Kanäle gleichgeschaltet. Hervorstechend wird in den

²³⁸ Vgl. Pias, „Zeit der Kybernetik“, S. 24.

²³⁹ Vgl. Hagner, „Bilder der Kybernetik“, S. 389.

²⁴⁰ Mersch, *Ordo ab chaos*, S. 29.

folgenden Beispielen, wie Relationen zwischen technischer Übertragung und menschlicher Wahrnehmung geradezu ununterscheidbar werden.

2.3.8. Regelkreise zwischen Mensch und Maschine

In Kap. 2.3.3. wurde anhand von Abb. 12 ein exemplarischer Vorgang besprochen, der Mensch und Maschine kybernetisch zusammenschaltet – der Vorgang des Fahrzeuglenkens. Grundlage dieses Vorgangs bilden das Bewegungspotenzial eines Fahrzeugs und die Steuerung durch einen Menschen, der dadurch erst das Fahrzeug in Aktion setzt. Sobald das Fahrzeug in Bewegung ist, sind Lenkende und Fahrzeug gekoppelt und bilden einen gemeinsamen

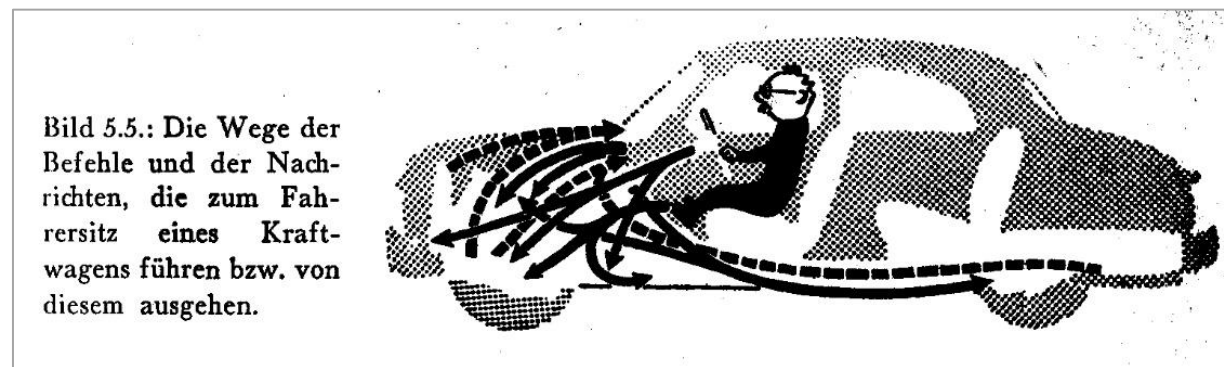


Abb. 30

Regelkreis. In diese Richtung geht auch Abb. 30, sie spart jedoch eine genauere Behandlung des Menschen, des menschlichen Teilsystems aus: zeichnerisch ist er zwar repräsentiert, aber die Einflüsse, die während dem Fahren auf ihn wirken, bleiben ausgespart. Der Mensch bildet also eine Black Box, ohne dass er graphisch so dargestellt ist. Dazu passt eine Bildbeschreibung, die nicht vom fahrenden Menschen spricht, sondern von der Leerstelle namens „Fahrersitz“. Dieser Sitz ist gerade so in die Gesamtkonfiguration des Fahrzeugs eingefügt, dass er ideal vom Mensch eingenommen werden kann. Während der Fahrt hängen nun all die von Lenkrad und Pedalen ausgehenden Pfeile und Linien, die für „Befehle“ und „Nachrichten“ stehen, ganz vom Menschen und seiner Wahrnehmung ab. Jegliches Steuern und Regeln während der Fahrt basiert auf Wahrnehmungen und Aktionen des Menschen. All die technischen Übersetzungen und Übertragungen innerhalb des Autos in Abb. 30 haben ihren Ausgangspunkt in der Steuerung durch den Menschen, der den Vorgang erst in Gang setzt.

Die Auseinandersetzung mit solchen Mensch-Maschine-Interaktionen wurde in kybernetischen Veröffentlichungen wiederkehrend exemplarisch aufgegriffen und bildlich dargelegt. Abb. 30 entstammt einem ins Deutsche übersetzte, erstmals 1963 in Moskau erschienenen, populärwissenschaftlichen Buch. Das Bild selbst kann beschrieben werden als eine kybernetische ‚Durchleuchtung‘ der Mensch-Fahrzeug-Interaktion. In der bildlichen Darstellung werden diagrammatische Einschreibungen eingeblendet und damit in einer

konkreten Konfiguration, die sich zwischen Körper und dem ‚Interface‘ des Fahrzeugs bildet, sichtbar gemacht. Ein fast nicht zu durchschauendes Knäuel an Linien zwischen Mensch und Auto zeugt von einer Komplexität, die sich so erst diagrammatisch herausstellen lässt. In der konkreten Erfahrung des Fahrvorgangs bleibt sie dagegen eher unbemerkt. Handlungen an Lenkrad, Pedalen und Schaltern laufen für Fahrende sicht- und spürbar ab, sie haben aber unter der Karosserie ihre verborgenen Entsprechungen. Solche Vorgänge bedürfen einer Sichtbarmachung wie in Abb. 30, weil die Maschinenteile im Fahrzeug idealerweise im Verborgenen arbeiten um der Wahrnehmungssituation von Fahrenden möglichst viel Raum zu geben.

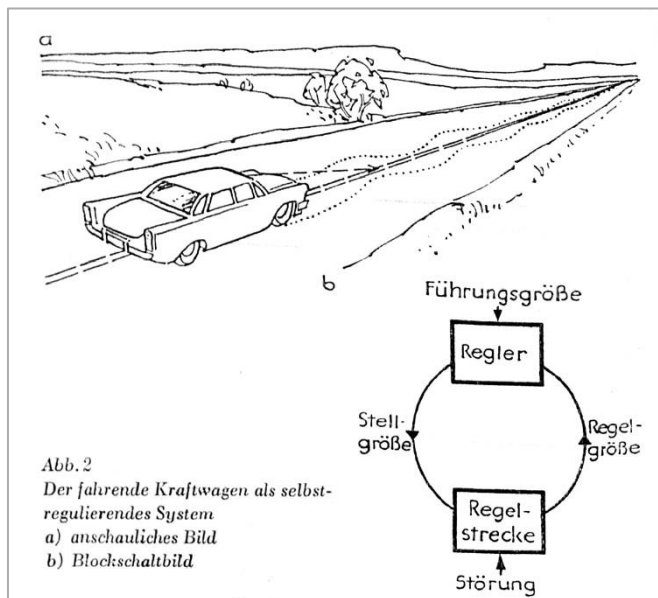


Abb. 31

Auch Klaus und Liebscher haben in ihrem erstmals 1966 in der DDR erschienenen Einführungsbuch *Was ist was soll Kybernetik* den Vorgang des Fahrens in Diagrammen behandelt. Bei ihnen liegt das Augenmerk auf der Vermittlung kybernetischer Konzepte anhand dem Fahrvorgang, der ein alltägliches und zugängliches Beispiel bietet. Abb. 31 zeigt ein „anschauliches Bild“ des Fahrvorgangs neben einem „Blockschaltbild“, das den entsprechen-

den Regelkreis darstellt. Das Nebeneinanderstellen von Bild und Diagramm – beide beziehen sich auf denselben Vorgang – dient einer in der Betrachtung zu vollziehenden Analogiebildung. Im Nebeneinander der Bilder wird auch die kybernetische Übersetzbarkeit eines alltäglichen Vorgangs in die Regelkreisstruktur behauptet. Darin ähnelt das Verfahren dem von Cubes, er setzt Diagramme jedoch nicht daneben, sondern direkt auf bzw. in die Abbildungen.²⁴¹ Da es sich um ein populärwissenschaftliches Einführungswerk handelt, ist davon auszugehen, dass hier auch typisch kybernetische Denk- und Übersetzungsweisen anschaulich gemacht werden sollen.

Die Bedeutung des Regelkreisdigramms für das „anschauliche Bild“ vom fahrenden Auto erschließt sich nicht unbedingt von allein. Es erfordert deshalb eine Erläuterung im Text,²⁴² um die Funktionseinheiten des Regelkreises an die entsprechenden Teile der Mensch-Fahrzeug-

²⁴¹ Vgl. Kap. 2.3.5.

²⁴² Vgl. Klaus/Liebscher, *Was ist - was soll Kybernetik*, S. 15f.

Verschaltung anzubinden. Doch auch mit Erläuterungen muss sich erst noch eine gedankliche Verschränkung der beiden ganz unterschiedlichen Bilder vollziehen. Der Text stellt in gewisser Weise Zusatzinformationen als Hilfsmittel bereit, aber es versteht sich nicht ‚von selbst‘, dass sich die Aspekte der Analogien auch tatsächlich mental realisieren. Damit soll unterstrichen werden, dass bestimmte kybernetische Argumentationen auf diagrammatische Bedingungen zurückgeworfen sind – diese Bedingungen sollen Vorstellungen und Erkenntnisse induzieren, die unmittelbar von Bilder ausgehen.

Die Darstellung in Abb. 31 dreht sich um einen vermeintlich simplen Vorgang, das Geradeausfahren. Bereits darin eröffnet sich ein ganzes Spektrum an Relationen zwischen Mensch, Fahrzeug und Umwelt, in dem der Mensch angepasst an die Umwelt das Fahrzeug lenkt und damit regelt:

„Die für die Lenkung des Kraftwagens benutzte Methode besteht nicht etwa darin, daß die einzelnen Lenkungsmaßnahmen [...] nach einem vorgefaßten Plan [...] erfolgen. [...]. Vielmehr erfolgen die einzelnen Regelungsmaßnahmen entsprechend dem Ergebnis der vorangegangenen Maßnahmen.“²⁴³

Auto gefahren werden kann also nicht nach Rezept, sondern nur nach Regelkreis, d.h. in einer kontinuierlichen Anpassung an sich verändernde Gegebenheiten. Die Formulierung von Klaus und Liebscher wirkt etwas kryptisch, doch zeugt sie von der Schwierigkeit Regelkreisabläufe sprachlich nachzuzeichnen. Überhaupt sind Regelkreise, die den Menschen einbinden, eher als körperlich-sinnliche Erfahrungen erschließbar, es werden also Sehen, Hören bzw. Fühlen involviert. Regelkreise in dieser Form zu erfahren unterscheidet sich klar von ihrer sprachlichen oder diagrammatischen Darlegung. Das Spezifische an Regelkreisen in visueller Form ist vor allem ihre ästhetische Gestaltung. In Abb. 31 werden Gegebenheiten einer Straße visuell repräsentiert, das Fahrzeug ist keine Black Box, sondern als Fahrzeug erkennbar. Zu sehen ist eine gerade verlaufende Straße mit Mittelstreifen, die sich lang genug in Richtung (Bild-)Horizont erstreckt um den zukünftigen Fahrtverlauf einzeichnen zu können. Dafür werden (gepunktete) Linien verwendet, die auf die erfolgreiche Regelung der Fahrt hindeuten. Eingezeichnet ist auch der Blick des fahrenden Menschen – ein kurzer Pfeil deutet von der Windschutzscheibe auf die vorm Auto liegende Straße. Gerade diese ‚virtuellen‘ Linien, die für den zukünftigen Fahrverlauf und den Blick aus dem Fahrraum stehen, stellen diagrammatische Einschreibungen in einem sonst repräsentierenden Bild dar. Schließlich betonen Klaus und Liebscher auch: „Das Regelkreisschema ist außerordentlich allgemein. Auf dem gleichen Prinzip beruhen Regulierungen von Systemen in den verschiedensten Bereichen der

²⁴³ Ebd., S. 13.

Wirklichkeit.“²⁴⁴ Abgesehen von dem Beispiel des Fahrvorgangs untermauern sie diese Allgemeinheit vom Schema noch in zwei weiteren Bildern, die ganz ähnlich Analogien demonstrieren sollen.²⁴⁵

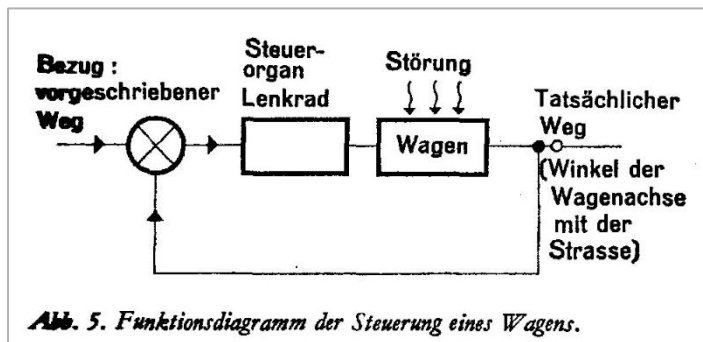


Abb. 32

Regelkreise im Lenken eines Fahrzeugs können auf verschiedenste Art sichtbar gemacht werden. In Abb. 32 aus 1959 wird das in einem abstrakten Diagramm realisiert. Black Boxes mit sprachlichen Zuordnungen dienen dazu die

einzelnen Elemente graphisch zu fassen und abzugrenzen. Visuell unterschieden wird nur der Anteil des Menschen – obwohl eine solche Unterscheidung ja für die Kybernetik bedeutungslos sein müsste –, sein Platz wird in Form eines Kreises mit Kreuz markiert. Das Diagramm macht dabei sichtbar, wie Mensch und Fahrzeug in die diagrammatische Regelkreisstruktur vereinigt sind – zumindest solange das Auto gefahren wird.

Klaus und Liebscher vermitteln in ihrem Einführungsbuch, dass gerade das Abstrahieren ein wesentliches Vorgehen der Kybernetik bildet. Mithilfe der Kybernetik werden im Abstrahieren Erkenntnisse erschlossen, die unabhängig vom „konkreten Baumaterial“ oder „Stoff“ eines Gegenstands gelten, dabei sei es „unerheblich, ob anorganisches Material oder ob organische Verbindungen verwendet worden sind, ob dieses oder jenes Metall Grundbestandteil eines Systems ist“.²⁴⁶ Durch diese Perspektive ist es möglich homöostatische Prozesse im menschlichen Körper, das Autofahren oder automatische Thermostate gleichermaßen in die Kybernetik einzubringen: es ist gerade die Materialität, von der abstrahiert wird. Gleichzeitig hält in kybernetischen Diagrammen aber eine andere Materialität, jene der Einzeichnung und des Graphischen, Einzug. Sie ist wesentlich an der medialen Herstellung kybernetischer Sichtbarmachungen beteiligt.

Dieser Zusammenhang kann zu weiteren Koppelungen von Mensch und Maschine überleiten. Ein herausstechendes Beispiel für den Zusammenschluss von Organischem und Technischem bilden Prothesen (Abb. 33). An ihnen realisieren sich Verschaltungen, die kybernetische Zugangsweisen hervorkehren und zusammenführen. Dabei werden die Ebenen der technischen Realisierung (Kap. 2.3.6.) und des Organismus (Kap. 2.3.7.) in unmittelbare Beziehung gesetzt.

²⁴⁴ Ebd., S. 16.

²⁴⁵ Vgl. ebd., S. 29.

²⁴⁶ Vgl. ebd., S. 28.

Wie im Zitat von Klaus und Liebscher oben deutlich wird, ist dieses bewusste ‚Übersehen‘ der Materialität der verschiedenen Elemente programmatisch, es bildet die Grundlage für mitunter sehr praktisch gewendete Vorhaben der Kybernetik – die meist auch von entsprechenden Bildern begleitet werden. Auch Wiener berichtet im erstmal 1950 erschienenen *The Human Use of Human Beings*²⁴⁷ – dem Nachfolgebuch zu *Cybernetics* – von einer im Ansatz prothetischen Entwicklung. Diese soll als technische Unterstützung für Gehörlose Hörbares in taktile Vibrationen umwandeln.²⁴⁸ Prothesen können als die konsequente Einlösung von kybernetischen Ansprüchen angesehen werden, die sich in den abstrakten Diagrammen der Kybernetik artikulieren: wenn bereits ein Linienzug Relationen etablieren kann, dann sind auch Relationen zwischen Organismen und Technik vorstellbar und graphisch visualisierbar – nur die technische Realisierung stellt die entsprechende Schwierigkeit dar.

Obwohl Abb. 33 kein typisch kybernetisches Diagramm darstellt, macht es doch Diagrammatisches und Kybernetisches gleichermaßen sichtbar. Die hier vorliegenden Regelkreise ähneln solchen, die sich in den Beispielen von Mensch und Fahrzeug gezeigt haben. Der Unterschied besteht hier in der konsequenten Herstellung einer organischen und zugleich technischen Verbindung, eine weitreichende Kopplung wird durchgeführt, die einen Menschen mit einem technischen Objekt, der Prothese, zusammenschließt. Damit die Prothese in Aktion gesetzt wird, muss aber ein Mensch-Maschine-Regelkreis etabliert werden. Die Steuerung von solchen Prothesen geschieht

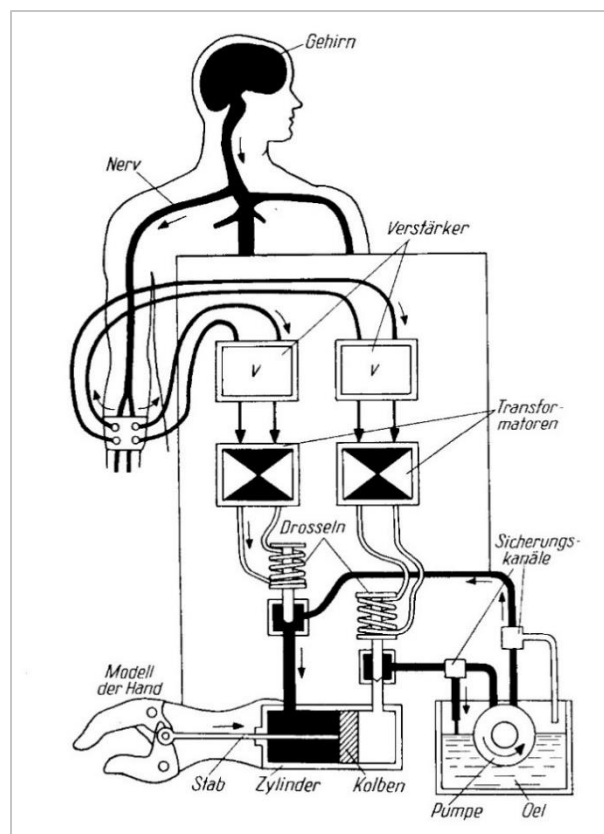


Abb. 33

über Nervenimpulse, die an entscheidender Stelle – einer Art Organismus-Technik-Interface – eine Transformation in technisch verarbeitbare Signale erfahren. Sind die Signale, die über das Nervensystem verlaufen, in der technischen Anordnung erfasst und verstärkt, setzt sich die technisch vermittelte Bewegung der Prothesenhand um. Abb. 33 zeigt dies als Schema und

²⁴⁷ Norbert Wiener, *Mensch und Menschmaschine*, Berlin/Frankfurt a. M.: Alfred Metzner 1952 (Orig. *The Human Use of Human Beings* 1950).

²⁴⁸ Vgl. ebd., S. 184.

verdeutlicht insbesondere einen technischen Aufbau, wie er Anfang der 1960er Jahre vorstell- und realisierbar war. Im Bild wird ein Verlauf sichtbar: Impulse nehmen im Gehirn ihren Ausgang, laufen über Nervenstränge zur Organismus-Technik-Schnittstelle in die Prothesenkonstruktion über, wo sie maschinell so modifiziert werden, dass die Prothesenhand in Bewegung gesetzt wird. An der Stelle, wo Nervenenden des Arms und Registrierungseinheit für „Bioströme“ eine Kopplung eingehen, entsteht eine physiologisch-elektrische Schnittstelle:

„Von nicht geringer Bedeutung für die Schaffung künstlicher Organe ist [...] die Tatsache, daß Bioströme in den entsprechenden Muskeln auf Befehl des Zentralnervensystems auch dann entstehen, wenn die erforderliche Bewegung der Extremitäten ausbleibt (z. B. weil diese Extremität ganz oder teilweise fehlt).“²⁴⁹

Dass auch dann entsprechende Nervenimpulse übertragen werden, wenn sich eine Bewegung nur mental, in der Vorstellung, ereignet, unterstreicht die große Bedeutung der Strukturen des Gehirns und Nervensystems. Die in Abb. 33 dargestellte Prothesenverbindung soll das Greifen realisieren, die nötigen Voraussetzungen in Gehirn und Nervensystem konnte in den Arbeiten Moissejews gezeigt werden:

„Die Forschungen an diesem Modell haben gezeigt, daß die Muskelspannung in relativ weiten Grenzen durch den menschlichen Willen verändert und mit hinreichender Genauigkeit auf dem erforderlichen Niveau gehalten werden kann.“²⁵⁰

Die Veränderbarkeit von Muskelspannungen „durch den menschlichen Willen“ hängt nun in großem Maße von der Wahrnehmung des Menschen ab. Ob nach etwas gegriffen werden soll oder ob sich das Greifen nur in der Vorstellung ereignet, stellt einen Unterschied dar. Die Angliederung der Prothese an den Körper kann sich deshalb nur in Regelkreisen der Wahrnehmung festigen. Solche Regelkreise werden nur dann geschlossen, wenn auch die Wahrnehmung des Menschen ins Spiel kommt, wenn gesehen wird, dass die Prothese etwas tut. In dem Bild wird dies nicht thematisiert, da der technische Aufbau im Vordergrund steht. Es ist das Sehen, die visuellen Reize, die umso deutlicher in den Fokus rücken, weil sie das Ziel festlegen, zu dem hin sich Bewegung ereignen soll und damit Prothesenbewegungen ausgelöst werden. Nur in der Involvierung des Sehen wird also Rückkopplung realisiert. Was Abb. 33 weiterhin verdeutlicht: das Gehirn bildet jene zentrale Black Box, in der eingehende Wahrnehmung und ausgehende Impulse verankert liegen.

²⁴⁹ W. D. Moissejew, *Fragen der Kybernetik in Biologie und Medizin*, In deutscher Sprache bearb. u. hrsg. v. Georg Klaus, Berlin: Akademie-Verl. 1963, S. 150.

²⁵⁰ Ebd., S. 153.



Abb. 34

Prothesen stellen Artefakte dar, die in besonders enge, weil unmittelbar körperbezogene Verbindung zum Menschen treten. Doch stellt sich angesichts von Bildern wie Abb. 34 die Frage, ob der – temporäre und leicht umkehrbare – Zusammen-schluss von Menschen mit Geräten und Medien nicht schon von ähnlicher Art ist wie die Prothesenverbindung. Eine Interaktion, wie sie Abb. 34 darstellt, ähnelt der

Kopplung zwischen Mensch und

Maschine, wie sie sich z.B. beim Autofahren ergeben. Das Bild stammt nun aus dem Aufsatz *Lehrautomaten und Lehralgorithmen* von Helmar Frank und soll Lernenden das Lernen vielfältiger Inhalte in Regelkreisform zugänglich machen. Im Text wird erklärt, dass es sich um das Schema einer „Realisierung der Einzelschulung [...] durch eine Lehrmaschine und einen Adressaten [...]“ handelt, welches sich gleichermaßen fürs „Lernen des Schreibmaschinenschreibens, des Klavierspielens, der Maschinenstenographie, des Kartenlochens [...]“ anwenden lässt.²⁵¹ Es geht also um das Erreichen von (Lern-)Zielen innerhalb von medial konfigurierten Regelkreisen. Mit der Frage nach Ist- und Soll-Werten wird klarer, wie sich hier Regelkreise vollziehen: „Es werden automatisch nacheinander die geforderten Anschläge (SOLL-Wert) mit den tatsächlich vom Adressaten getätigten (IST-Wert) verglichen.“²⁵²

Zugänge der Kybernetik lassen sich vielleicht darauf zuspitzen, dass sie den Menschen von seinen Sinneswahrnehmungen und deren kognitiver Verarbeitung her begreifen, diese Potenziale in Funktionen und Interfaces überführen und schließlich den ganzen Menschen als In- und Outputmechanismus behandeln. Als ein solcher Mechanismus kann er auch in die unterschiedlichsten Regelkreise eingebunden werden. Gegenüberstellen lassen sich in dieser Hinsicht zeitlich begrenzte Verbindungen von Körper und Maschine mit der dauerhaften Verbindung von Prothese und Körper. In Abb. 34 wird gezeigt, wie sich der Mensch anhand der materiellen Kabelverbindung der Kopfhörer und seine mechanisch-diskreten Tippeingaben

²⁵¹ Vgl. Helmar Frank, „Lehrautomaten und Lehralgorithmen“, in: *Kybernetik - Brücke zwischen den Wissenschaften. 29 Beiträge namhafter Wissenschaftler und Ingenieure*, hrsg. v. Helmar Frank, Frankfurt a. M.: Umschau ⁶1966, S. 273–84, S. 278.

²⁵² Ebd., S. 279.

in einen Regelkreis des Lernens eingliedert. Hierin ist es aber nicht mehr der Mensch, der regelt, sondern erst selbst wird das Ziel von Regelungsprozessen des Lernens.

Sowohl in Abb. 33 als auch in Abb. 34 werden diagrammatische Verhältnisse begründet, die sich in der Kreisstruktur von Handeln und Wahrnehmen aufbauen. Das Ergebnis ist immer ein Regelkreis bzw. eine Rückkopplung, die Menschen(körper) und technische Artefakte zusammenschließen. Eine kybernetische Sicht auf die Interaktion mit Medien muss grundsätzlich von Rückkopplungen und Regelkreisen herrühren. Hier lässt sich Pias folgen: „[...] in einem ganz konkreten Sinn [kann] alles, was Rückkopplung organisiert, als Medium begriffen werden“.²⁵³

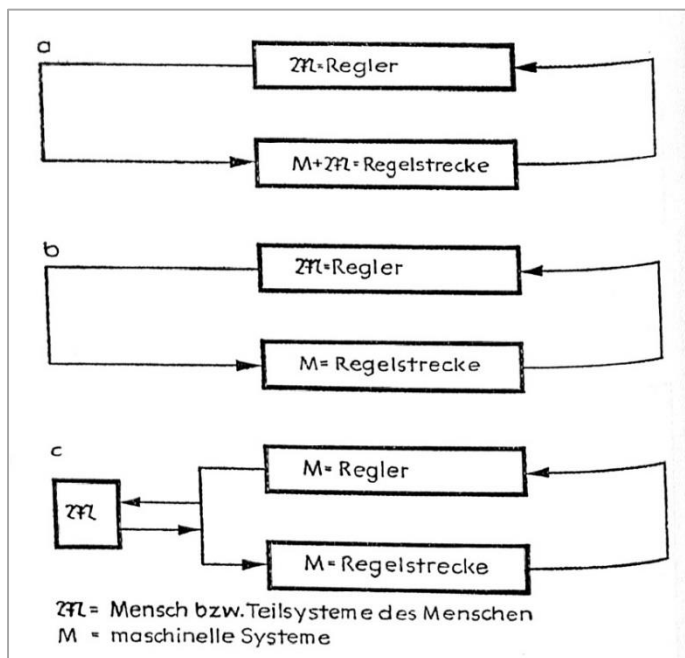


Abb. 35

Abfolge von „Hantieren – Mechanisieren – Automatisieren“ dargelegt.²⁵⁴ Ihr Vorgehen ist von jener Abstraktion geprägt, die Elemente in Relation stellt, indem Linien Black Boxes verbinden. Vor allem das Schema c zeigt, wie der Mensch an den äußeren Rand des Regelkreises gesetzt worden ist – seine Funktion ist die eines „Konstrukteur[s] und Überwacher[s] des Regelsystems“²⁵⁵ geworden.

Aus der Sicht unserer Gegenwart erhält das dritte Schema aus Abb. 35 seine wichtigste Entsprechung in der Beziehung und Nutzung von Computern durch Menschen. Der Computer bildet die Struktur, das Medium, die Steuerungseinheit, welche Regelkreise ‚verinnerlicht‘ hat und den Menschen – außerhalb der Regelkreise stehend – als Taktgeber, als Programmgeber

Zum Schluss dieses Kapitels soll nochmals ein Diagramm (Abb. 35) herangezogen werden, das von den abstrahierenden Ansprüchen der Kybernetik zeugt. Es verfährt so, wie es in den meisten „Blockschaltbildern“ der Fall ist: es liegen Kreisstrukturen vor, in denen Mensch und Maschine, als Black Boxes dargestellt, verbunden werden. Klaus und Liebscher haben in den drei Varianten des Diagramms ein jeweils anderes Verhältnis von Menschen und Maschinen in der

²⁵³ Claus Pias, „Zur Einführung“, in: *Kursbuch Medienkultur. Die maßgeblichen Theorien von Brecht bis Baudrillard*, hrsg. v. Claus Pias [u.a.], Stuttgart: DVA 1999, S. 427–431, hier S. 427.

²⁵⁴ Vgl. Klaus/Liebscher, *Was ist – was soll Kybernetik*, S. 123.

²⁵⁵ Ebd.

oder einfach nur zur Instandhaltung und Reparatur benötigt. Noch in den 1960er Jahren wurde in Bildern zu erfassen gesucht, wie sich grundlegende diagrammatische Strukturen in die Konstruktion von digitalen Computern transferiert haben. Worin die fundamentale Regelkreisstruktur des Computers begründet liegt, soll das folgende, abschließende Kapitel zeigen.

2.3.9. Sonderfall *Rechnerin*: Vom menschlichen zum maschinellen Regelkreis



Abb. 36

Auf Abb. 36 ist eine freundlich lächelnde Dame zu sehen, die an einem Schreibtisch sitzt. Vor ihr befindet sich ein wohlstrukturierter Arbeitsplatz, die Anordnung einer „Tischrechenmaschine“²⁵⁶. Bezeichnungen tauchen im Bild auf, sie beschreiben Orte und Funktionen, sie legen wesentliche Positionen fest und geben dem Arbeitsplatz seine sichtbare Struktur. An der Wand über dem Tisch

steht das Wort „Programmsteuerung“ – es ist davon auszugehen, dass die freundliche Dame gemeint ist, die hier steuert und Programme ausführt. Am Tisch, im Zentrum des Bildes, befindet sich das technische Hilfsmittel, welches den Rechenplatz erst zu einer Rechenmaschine werden lässt. Ein mechanisches „Rechenwerk“ soll durch die regelnde, menschliche Programmsteuerung den verschiedenen Berechnungen von der Eingabe zur korrekten Ausgabe verhelfen. Die Programmsteuerung registriert und verarbeitet. Es ist zu erahnen, dass die hier stattfindenden Vorgänge Regelkreise bilden – darauf schließen lässt nun Abb. 37. Als Zeichnung werden hier analog zu Abb. 36 interessanterweise auch Blickrichtungen und Bewegungen eingezeichnet. Dreh- und Angelpunkt des Kreisverlaufs ist die *Rechnerin*: sie selbst bildet Regelkreise aus,

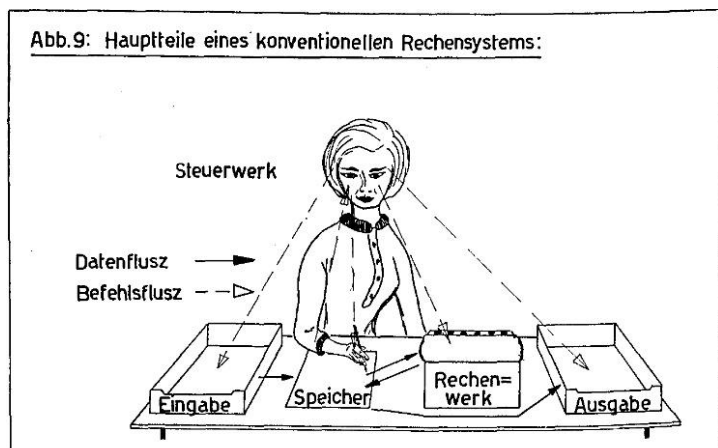


Abb. 37

²⁵⁶ Herbert Bruderer, *Meilensteine der Rechentechnik. Zur Geschichte der Mathematik und der Informatik*, Berlin/Boston: de Gruyter Oldenbourg 2015, S. 130.

gemeinsam – also in Mensch-Maschine-Kopplung – mit dem Rechenwerk“, die einer Eingabe zu einer (korrekten und möglichst rasch getätigten) Ausgabe verhelfen soll. Die Dame führt ein Programm aus, das Relationen herstellt zwischen den verschiedenen Elementen der Struktur – ihre Wahrnehmung, kognitive Verarbeitung und manuelle Tätigkeit fundieren die hier gebildeten Relationen. Ein Mensch besetzt den Platz, der die Konfiguration von Daten, Aufgaben und Abläufen ermöglicht. *Der Mensch vollzieht die Operationen und bildet den diagrammatischen Mittelpunkt von Bewegung und Berechnung.* Die in Abb. 37 eingeschriebenen Linien verdeutlicht den Ablauf des menschlichen Rechnens. Unterschieden wird zwischen dem „Datenfluss“, der sich zwischen den Einheiten am Tisch bewegt und dem „Befehlsfluss“, der zentral vom „Steuerwerk“ ausgehend zwischen Hand, Auge und Gehirn vermittelt und die Voraussetzung des „Datenfluss“ bildet.

Die beiden Bilder erhellen die historische Herkunft des Begriffs „Computer“: noch in den 1930er Jahren, wo bereits wichtige Impulse zur Entwicklung universeller Digitalcomputer einsetzten, waren es *Menschen*, die Operationen von analogen Rechenmaschinen bedienten und kontrollierten, diese Menschen wurden als „computers“ bezeichnet – erst später wird eine Maschine selbst der Computer.²⁵⁷ Computer waren also einst „Rechnerinnen“:

„Noch vor wenigen Jahrzehnten waren Rechner Menschen, die Berechnungen durchführten. [...] In Rechensälen arbeiteten die ‚Maschinenrechner‘ mit mechanischen Tischrechenmaschinen. Oft waren Frauen am Werk. In heutigen Rechenzentren haben Elektronenrechner die Rechnerinnen ersetzt.“²⁵⁸

Abb. 36 und Abb. 37 sind Bilder aus kybernetischen Veröffentlichungen, die exemplarisch darauf hingewiesen haben, dass die neuen elektronischen Rechensysteme – also digitale Computer – im Begriff standen die Rechentätigkeit von Menschen – historisch belegt eben meist Frauen – grundsätzlich abzulösen. In Abb. 37 wird durch eingezeichnete Linien diagrammatisch sichtbar gemacht, wie der Vorgang strukturiert ist. Die Zeichnung enthält dadurch andere diagrammatische Qualitäten als das Foto, denn dort bleiben die Inskriptionen der Abläufe virtuell. Das entspricht auch der konkreten Arbeit menschlicher „Computer“, deren Rechenarbeit vor allem auch gedanklich stattfinden, die sich aber im Prozess und durch die Hilfsmittel auch abbilden. Das Programm, nach dem dies alles ausgeführt wird, bleibt dabei aber unsichtbar: eingefasst in der Black Box Mensch, dessen Outputs auf Basis der vorgelegten Inputs passieren. Die menschliche „Programmsteuerung“ vollzieht Operationen in einem diagrammatischen Modus, der zwischen Eingabe, Speicher, Rechenwerk und Ausgabe agiert und alle Abläufe koordiniert: der diagrammatische Faktor ist hier der Mensch.

²⁵⁷ Vgl. Paul E. Ceruzzi, *Computing. A Concise History*, Cambridge/MA/London: The MIT Press 2012, S. 20.

²⁵⁸ Bruderer, *Meilensteine der Rechentechnik*, S. 130.

Abb. 38 ist das Ergebnis einer kybernetischen Abstraktion. Bezieht es sich auch auf die Rechnerin, oder ist hier schon eine Maschine gemeint? Wo Linien zwischen Black Boxes gezogen sind, werden zwar Relationen sichtbar, aber auf was sie bezogen sind, kann auch offen bleiben. Der Mensch als Repräsentation ist jedenfalls aus dem Bild

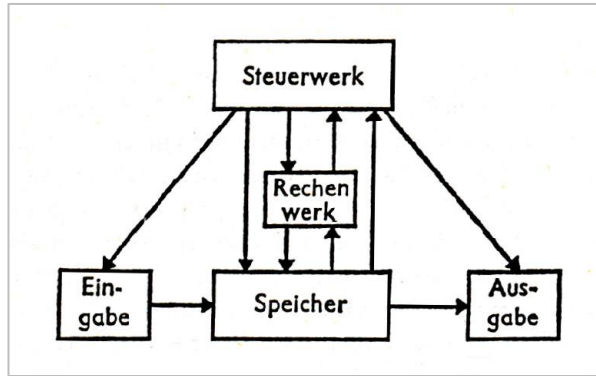


Abb. 38

verschwunden. Abb. 38 soll auch die Struktur des Computers eröffnen, es werden Kanäle und ein Fluss von Information organisiert. Der Fall des digitalen Computers ist der eines selbstgesteuerten Programms, das in seinem Arbeiten – sobald er läuft und rechnet – den Menschen als aktiven Teil des Prozesses nicht mehr bedarf. Karl Steinbuch hat die Ähnlichkeit zwischen Abb. 36 und Abb. 38 herausgestellt, darin den „Typische[n] Aufbau nachrichtenverarbeitender Systeme“²⁵⁹ beschrieben. Als diagrammatische Anordnung lassen sich das Ausführen von Einzelschritten und Berechnungen sowohl vom Menschen als auch elektronischen Rechenmaschine vollführen. Aus einer kybernetischen Perspektive gestalten sich in Abb. 38 Informationsflüsse zwischen Funktionseinheiten, es operieren Black Boxes mit Inputs und Outputs, ein System wird diagrammatisch anschaulich gemacht. Art und Materialität sind irrelevant – welches System die Ausführung übernimmt, wird aus anderen Gesichtspunkten beurteilt:

“It is thus advantageous, as far as possible, to remove the human element from any elaborate chain of computation, and only to introduce it where it is absolutely unavoidable, at the very beginning and the very end.”²⁶⁰

Wo einst der Mensch am Werk war, wie er Steuerwerk bzw. Programmsteuerung mit geistigen und körperlichen Kapazitäten Prozesse des Regels und Rechnens durchführte, steht nun der Computer. Sein Funktionieren lässt sich analog zur diagrammatischen Struktur aus Abb. 36 und Abb. 37 darstellen – die (Selbst-)Steuerung wurde dem Computer strukturell vom Menschen vererbt. Das Spezifikum des Computers wird immer schon die Geschwindigkeit der Berechnungen gewesen sein – wie auch Wiener schon 1948 weiß: “[...] any computing machine is used because machine methods are faster than hand methods.”²⁶¹ Zwischen Rechenmaschine und dem eigentlichen Digitalcomputer, wie er erst in den Jahren nach der

²⁵⁹ Karl Steinbuch, *Automat und Mensch. Kybernetische Tatsachen und Hypothesen*, 2. erw. Aufl., Berlin [u.a.]: Springer-Verl. 1963, S. 156.

²⁶⁰ Wiener, *Cybernetics*, S. 139.

²⁶¹ Ebd..

Veröffentlichung von Wieners Buch auftaucht, bestehen natürlich noch Unterschiede. Fest steht, dass in Abb. 38 die Basis für die Architektur des modernen Digitalcomputers sichtbar wird, ihr Aufbau wird bis heute als „von-Neumann-Architektur“ tradiert.²⁶² Es ist diese fundamentale Struktur, die auf Regelkreisen beruht und den Computer damit zur kybernetischen Maschine ersten Ranges gemacht hat:

„Tatsächlich schloss John von Neumann sämtliche technische Module des Computers [...] zu einem einzigen Rückkopplungssystem zusammen, sodass fortan seine Elemente ebenso rekursiv operierten, wie sie Daten und Algorithmen auf die gleiche digitale Weise darstellten. Der relevante Befund ist dann, dass die Funktionsweise des Computers praktisch derselben Struktur des Regelkreises gehorcht, wie der Regelkreis [...] umgekehrt dessen mathematische Grundlage definiert.“²⁶³

Der Regelkreis ist die Struktur der Steuerung und Kontrolle, auf der die technische Fundierung von Computern beruht. Es sind die feststehenden Kanäle und darin ablaufenden Informationsflüsse zwischen Hardware- und Funktionseinheiten, die eine technisch-diagrammatische Struktur des Computers verwirklichen. Auf dieser grundlegenden Ebene setzen alle weiteren operativen Ebenen auf, bis sich schließlich der Mensch vor den Potenzialen eines wie auch immer gearteten graphischen Interface, seine Interaktions- und Kopplungsmöglichkeiten wiederfindet. Erst im Überbau von Software und Applikationen beginnt der Computer darauf auch „diagrammatische Kulturformen“ zu bedingen: „*Der Computer multipliziert und potenziert [...] die Anwendungsbereiche diagrammatischer Kulturformen* [Herv.i.O.]“²⁶⁴ Kybernetik ließe sich auch im Darüber, auch auf weiteren Ebenen wiederfinden und entwerfen – schließlich beschränken sich kybernetische Regelkreise nicht auf ausgewählte Materialitäten. Dass die Regelkreise des Computers meist unsichtbar bleiben, lässt Computer essentiell Black Box sein. Ebenso unsichtbar wie etwa homöostatische Regelkreise im menschlichen Körper verbleiben sie außerhalb der menschlichen Wahrnehmung. Es sind die Akte der Sichtbarmachung, die sie zutage fördern und so – in einem archäologischen Gestus – Strukturen freilegen, die einst die Kybernetik (mit)fundierte haben. Der Computer ist diejenige Maschine, in der kybernetische Sichtweisen angelegt wurden und sich bis heute weitertragen.

²⁶² Vgl. Pierre Lévy, „Die Erfindung des Computers“, in: *Elemente einer Geschichte der Wissenschaften*, hrsg. v. Michel Serres, Frankfurt a. M.: suhrkamp 2002, S. 905–944, hier S. 915: Lévy deutet die Problematik an, die hinter der Begriffsbildung steht: von Neumann ist nicht alleiniger Urheber, er hat an Plänen mitgeschrieben und mit seiner Reputation geholfen das Projekt des EDVAC mitzutragen. Es ist nach Thomas Haigh überlegenswert, eine andere Bezeichnung für die Architektur rund um die Gruppe des EDVAC aufzurufen: „Man könnte [...] diskutieren, inwieweit es gerechtfertigt ist, nur von Neumanns Namen im Zusammenhang mit diesen Prinzipien und Begriffen zu nennen. Ein alternativer Name für die Von-Neumann-Architektur wäre das Paradigma der EDVAC-Architektur.“, Thomas Haigh, „Von-Neumann-Architektur, Speicherprogrammierung und modernes Code-Paradigma. Drei Leitbilder früher Rechenanlagen“, in: *zfm - Zeitschrift für Medienwissenschaft* 12, 1/2015, S. 127–39, hier S. 138.

²⁶³ Mersch, *Ordo ab chaos*, S. 70f.

²⁶⁴ Ernst/Bauer, *Diagrammatik*, S. 194.

3. Schluss

Was sieht die Kybernetik, wenn sie Sachverhalte und Gegenstände perspektiviert? Was offenbart der Blick durch das kybernetische Mikroskop der „Kybernetische[n] Analyse“ (Abb. 5)? Eine Antwort könnte lauten: diagrammatische Verhältnisse. In Regelkreisen findet die Kybernetik nicht nur ihr „Grundmodell“,²⁶⁵ sondern eine Perspektivierung, die anhand von Bildern Regelkreise in unterschiedlichsten Sachverhalten in den Blick nehmen kann: in der Technik, in Lebewesen, bei Mensch-Maschine-Kopplungen – und letztendlich auch im Computer „als Miniaturmodell der kybernetischen Konstellation“²⁶⁶. Kybernetische Kreise werden – in Bildern, als Evidenzen – dann bspw. im Nervensystem, im Vorgang der Atmung, in der Watt’schen Dampfmaschine, zwischen Lehrautomat und Mensch, im Sprechvorgang oder wenn Prothesen an Körper angeschlossen werden, gezogen. Besonderes Interesse erhielten in dieser Arbeit solche diagrammatische Konfigurationen, die sich zwischen Mensch und Maschine ausbilden. Sie überwinden im graphischen Vollzug unterschiedliche Materialitäten und prägen ein Bild vom Menschen als Black Box, als Funktionseinheit. Im Gegenzug rücken Maschinen näher an den Menschen, wenn sie gemeinsam mit ihm in bildlichen Darlegungen graphische Elemente in Relation bilden. Die Kybernetik hat solche Sichtweisen nicht ausschließlich in Bildern geprägt – aber Bilder haben als kybernetische Medien diese Sicht auf Menschen und Maschinen entscheidend mitgeprägt.

Kybernetische Bilder leisten in besonderer Weise Abstraktionen von Strukturen und Zusammenhängen, sie kommen vor allem dann als diagrammatische Sichtbarmachungen zum Einsatz, wenn das Konzept des Regelkreises aufgerufen werden soll. Der Regelkreis stellt in der Kybernetik sowohl ein mathematisch grundiertes Konzept als auch ein visuell konstruierendes Verfahren dar, das vor allem in den 1960er Jahren – in Veröffentlichungen abseits der Kybernetik als Wissenschaft – scheinbar die ganze Welt ‚kybernetisieren‘ wollte. Regelkreise wurden auf diese Weise nicht nur entdeckt, sondern in konstruktiver Weise einer „Transformation von Wissen“²⁶⁷ in Bildform zugeführt: in Sachverhalte graphisch eingeschrieben bzw. überblendet (Kap. 2.3.5.) oder im Nebeneinanderstellen als Analogien evoziert (Kap. 2.3.7 u. 2.3.8.).

In einer Art Gründungsbestrebung hat Norbert Wiener in *Cybernetics* und nachfolgenden Veröffentlichungen vorgeführt, was die Kybernetik ausmachen sollte. Er hat auch die Notwendigkeit unterschiedlicher Präsentationsformen der kybernetischen Konzepte überlegt

²⁶⁵ Vgl. Pias, „Zeit der Kybernetik“, S. 24.

²⁶⁶ Mersch, *Ordo ab chaos*, S. 71.

²⁶⁷ Bauer/Ernst, *Diagrammatik*, S. 23.

(Kap. 2.3.4.). Bei ihm wurde deutlich, wie sich die Konstruktion von Theorie ereignen kann und wie sich, im Fall von elektronischen Rechenmaschinen, auch schon eine Implementierung der theoretischen Modelle der Kybernetik angekündigt hat. Wie Mersch bemerkt hat, gilt besonders auch für kybernetische Modelle: „Entscheidend ist, ob sie Resultate zeitigen, nicht, ob sie *adäquat* sind.“²⁶⁸ Die kybernetischen Modelle in Bildform erweisen sich deshalb als wirkungsvoll, weil in der Evidenzkraft des Bildlichen immer schon eine Affirmation liegt, die keine Negation erlaubt.²⁶⁹ Aus diesem Grund werden kybernetische Regelkreisdiagramme auch dann wirkmächtig, wenn sie in mathematischer Hinsicht gar nicht so „adäquat“ sind. Das Bildliche stellt das Medium bereit, in dem zwar nicht begriffliche oder mathematische Klarheit von Konzepten erreicht wird, sehr wohl aber überzeugend im Visuellen gezeigt wird.

Den größten Triumph als kybernetisches Modell feiert bis heute der Computer. Die Grundsätze von Kontrolle und Regelung, vom Regelkreis und damit auch von der Kybernetik, können als eingelassen in die technische Basis des Computers erklärt werden. Dieser Gedanke spiegelt sich in Wolfgang Ernsts Beschreibung von „rückkopplungsfähigen Schaltkreisen“, in die die Kybernetik eingesenkt ist und als „operative Diagrammatik“ bis heute weiterwirkt.²⁷⁰ Der Mensch ist aus dieser Konstellation insofern ausgeschlossen, als er für die konkrete technische Arbeit von Schaltkreisen bzw. dem Computer keine leitende Rolle mehr spielt – außer natürlich, wenn ein Defekt auftritt. Der Mensch ist nicht entfernt oder eliminiert worden, er nimmt aber eine nachhaltig andere Rolle ein, wenn er mit Computern interagiert oder Kopplungen mit ihnen eingeht. Gerade in dem weit gespannten Bogen von der Watt’schen Dampfmaschine, die den Menschen ausgeschlossen hat, über kybernetische Prothesen, wo der Mensch eine Maschine an sich anschließt, bis hin zum digital arbeitenden Computer, der eine Schließung der Regelkreise mit und ohne Mensch vollzieht, hat diese Arbeit versucht, einige kybernetische Bedingtheiten der Mensch-Maschine-Beziehung aufzuzeigen.

Keine Frage, die an Medien(phänomene) gerichtet wird, vermag diese Medien einzuholen. Medien bemühen immer andere Medien, und im Fall der Kybernetik und ihrer Bilder wird womöglich sogar eine „Medientheorie“ begründet – „einer Medientheorie, die mit dem Anspruch auftritt, alle anderen Medien zu umfassen und zu begründen.“²⁷¹ Dies lässt sich dann beispielhaft am Verhältnis von Kybernetik und Computer reflektieren. Der Versuch, einer solchen Kybernetik auf die Spur zu kommen, indem nach ihren fundierenden Konzepten – z.B.

²⁶⁸ Mersch, *Ordo ab Chao*, S. 57.

²⁶⁹ Vgl. Mersch, „Naturwissenschaftliches Wissen und bildliche Logik“, S. 413.

²⁷⁰ Vgl. [Ernst], *Die Insistenz der Kybernetik*, o.S. [Blatt 2].

²⁷¹ Claus Pias, „Die kybernetische Illusion“, in: *Medien in Medien*, hrsg. v. Claudia Liebrand/Irmela Schneider, Köln: DuMont 2002, S. 51-66, hier S. 58.

dem Regelkreis – und ihren Medien – z.B. Diagramme bzw. Sichtbarmachungen aller Art – gefragt wurde, bildete den Zugang dieser Arbeit.

Wo liegt also der (Mehr-)Wert in der Beschäftigung mit Bildern der Kybernetik? Wenn konstatiert wird, dass die Kybernetik *diagrammatische* Züge trägt, dann erweisen sich die Bilder und Diagramme, die bild-gebend für die Kybernetik waren, als Fundierung eines spezifisch visuellen und graphischen Wissens. Bilder repräsentieren dabei nicht einfach nur Wissen, sondern sie sind als Sichtbarmachungen an der Herstellung von Evidenz beteiligt und treten mit ihren eigenen Bedingungen in wissenschaftliche Beschäftigung ein. Dass kybernetische Bilder Regelkreisen ihren eigenen Stempel aufdrücken und sich sogar von einer mathematischen Konzeption von Regelkreisen loslösen oder zumindest in Widerstreit dazu stellen, ist eine Erkenntnis, die sich in dieser Arbeit ergeben hat.

Keine medienwissenschaftliche Arbeit, die sich mit der Kybernetik beschäftigt hat, ist bislang mit dem Anspruch aufgetreten die Akte ‚Kybernetik‘ zu schließen. Im Gegenteil ist zu hoffen, dass auch in dieser Arbeit mit dem Legen des Fingers auf kybernetische Konzepte und Bilder etwas angerührt wurde, das sich – z.B. in der Betrachtung der technisch-diagrammatischen Grundlegung von Computern – als eine „Archäologie der Gegenwart“ erweisen kann, in der die Kybernetik nach wie vor weiterlebt.²⁷² Solche (medien)archäologischen Vorhaben betonen letztendlich, dass das historische Kapitel Kybernetik geschlossen ist – und zugleich deutet sich ihr Fortleben an:

„[...] die Kybernetik [ist] wissenschaftshistorisch längst tot [...]. Oder besser: Ihr erster Körper ist irgendwann in den späten 70ern gestorben, um dann als Gespenst wiederzukehren und heute überall zu spuken.“²⁷³

Und was ließe sich besser beschwören als Geister?

²⁷² Vgl. Pias/Werner, „Kunst und Kybernetik“, S. 84.

²⁷³ Pias, „Das digitale Bild gibt es nicht“, Abschnitt 13.

4. Quellenverzeichnis

4.1. Primärquellen zur Kybernetik

- Blom, Axel Viggo, *Raum, Zeit und Elektron. Perspektiven der Kybernetik*, München: Paul Müller 1959.
- Couffignal, Louis, *Kybernetische Grundbegriffe*, übersetzt v. Sigrid W. Frank, Baden-Baden: Agis-Verl. [1962] (Orig. *Les Notions de Base*, Paris: Gauthier-Villars [1958]).
- Cube, Felix von, *Was ist Kybernetik? Grundbegriffe - Methoden – Anwendungen*, Bremen: Carl Schünemann 1967.
- Cube, Felix von, *Technik des Lebendigen. Sinn und Zukunft der Kybernetik*, Stuttgart: Deutsche Verlags-Anstalt 1970.
- Drischel, Hans, “Kybernetische Probleme in Biologie und Medizin”, in: *Einige Beiträge zu Fragen der Kybernetik*, hrsg. v. Siegm. Kubicek, Berlin: Volk und Wissen Volkseigener Verl. 1963, S. 90–114.
- Ducrocq, Albert, *Die Entdeckung der Kybernetik. Über Rechenanlagen, Regelungstechnik und Informationstheorie*, übers. v. Gertrud Walther, Frankfurt a. M.: Europäische Verlagsanstalt 1959 (Orig. *Découverte de la Cybernétique*, Paris: René Julliard 1955).
- Frank, Helmar (Hg.), *Kybernetik - Brücke zwischen den Wissenschaften. 29 Beiträge namhafter Wissenschaftler und Ingenieure*, Frankfurt a. M.: Umschau ⁶1966 (1. Aufl. 1962).
- Frank, Helmar, “Lehrautomaten und Lehralgorithmen”, in: *Kybernetik - Brücke zwischen den Wissenschaften. 29 Beiträge namhafter Wissenschaftler und Ingenieure*, hrsg. v. Helmar Frank, Frankfurt a. M.: Umschau ⁶1966 (1. Aufl. 1962), S. 273–284.
- Frank, Helmar, “Was ist Kybernetik?”, in: *Kybernetik - Brücke zwischen den Wissenschaften. 29 Beiträge namhafter Wissenschaftler und Ingenieure*, hrsg. v. Helmar Frank, Frankfurt a. M.: Umschau ⁶1966 (1. Aufl. 1962), S. 11–22.
- Fuchs, Walter R., *Knaurs Buch der Denkmaschinen. Informationstheorie und Kybernetik*, München/Zürich: Droemer/Knaur 1968.
- Guilbaud, G. T., *What is Cybernetics?*, London [u.a.]: Heinemann 1959 (Orig. *La Cybernétique*, Paris: Presses Univ. de France 1954).
- Jenik, Franz, “Elektronische Neuronenmodelle”, in: *Kybernetik - Brücke zwischen den Wissenschaften. 29 Beiträge namhafter Wissenschaftler und Ingenieure*, hrsg. v. Helmar Frank, Frankfurt a. M.: Umschau ⁶1966 (1. Aufl. 1962), S. 147–156.
- Klaus, Georg/Heinz Liebscher, *Was ist - was soll Kybernetik*, Berlin/Jena/Leipzig: Urania-Verl. ⁵1969 (1. Aufl. 1966).
- Latil, Pierre de, *Thinking by Machine. A Study of Cybernetics*, Aus d. Franz. v. Y. M. Golla, London: Sidgwick and Jackson 1956 (Orig. *La Pensée Artificielle*, Paris: Librairie Gallimard 1953).
- Lohberg, Rolf/Theo Lutz, *Keiner weiß was Kybernetik ist. Eine verständliche Einführung in eine moderne Wissenschaft*, Stuttgart: Franckh 1968.

- Meves, Hans, "Die Funktion erregbarer Membranen", in: *Kybernetik - Brücke zwischen den Wissenschaften. 29 Beiträge namhafter Wissenschaftler und Ingenieure*, hrsg. v. Helmar Frank, Frankfurt a. M.: Umschau ⁶1966 (1. Aufl. 1962), S. 69–79.
- Moissejew, W. D., *Fragen der Kybernetik in Biologie und Medizin*, In deutscher Sprache bearb. u. hrsg. v. Georg Klaus, Berlin: Akademie-Verl. 1963 (Orig. Moskau 1960).
- Moles, Abraham A., "Die Kybernetik, eine Revolution in der Stille", in: *Epoche Atom und Automation - Enzyklopädie des technischen Jahrhunderts. Band VII: Kybernetik. Elektronik. Automation*, hrsg. v. Ludwig Albert, Genf: Kister 1959, S. 7–11 (= Bd. 7, Epoche Atom und Automation - Enzyklopädie des technischen Jahrhunderts in zehn Bänden).
- Radl, Gerald Winfried, *Was ist Kybernetik? Grundrisse einer neuen Wissenschaft*, Graz/Wien: Leykam 1967.
- Steinbuch, Karl, *Automat und Mensch. Kybernetische Tatsachen und Hypothesen*, 2. erw. Aufl., Berlin [u.a.]: Springer-Verl. 1963 (1. Aufl. 1961).
- Teplow, Lew P., *Grundriß der Kybernetik. Ein populärwissenschaftlicher Überblick*, Berlin: Volk und Wissen Volkseigener Verl. 1966 (Orig. Moskau 1963).
- Wettstein, Horst, "Elektronisches Rechnen", in: *Kybernetik - Brücke zwischen den Wissenschaften. 29 Beiträge namhafter Wissenschaftler und Ingenieure*, hrsg. v. Helmar Frank, Frankfurt a. M.: Umschau ⁶1966 (1. Aufl. 1962), S. 187–198.
- Wiener, Norbert, *Cybernetics or control and communication in the animal and the machine*, 7th Printing, New York/Paris: Wiley/Hermann/The Technology Press 1949 (Orig. 1948).
- Wiener, Norbert, *Mensch und Menschmaschine*, Berlin/Frankfurt a. M.: Alfred Metzner 1952 (Orig. The Human Use of Human Beings 1950).
- Wiener, Norbert, *Mathematik mein Leben*, Düsseldorf/Wien: Econ-Verl. 1962.
- Wiener, Norbert, "Kybernetik (1948)", in: *Futurum Exactum. Ausgewählte Schriften zur Kybernetik und Kommunikationstheorie*, Aus dem Engl. v. Christian Kassung, hrsg. v. Bernhard Dotzler, Wien: Springer-Verl. 2002, S. 13–29.
- Zelbststein, Uri, "Regeln und Regler", in: *Epoche Atom und Automation - Enzyklopädie des technischen Jahrhunderts. Band VII: Kybernetik. Elektronik. Automation*, hrsg. v. Ludwig Albert, Genf: Kister 1959 (= Bd. 7, Epoche Atom und Automation - Enzyklopädie des technischen Jahrhunderts in zehn Bänden), S. 19–26.

4.2. Sekundärquellen

- Alloa, Emmanuel, "Darstellen, was sich in der Darstellung allererst herstellt: Bildperformanz als Sichtbarmachung", in: *Bild-Performanz*, hrsg. v. Ludger Schwarte, München: W. Fink 2011, S. 33–60.
- Artmann, Stefan, "Kybernetik zwischen Ingenieurwesen und Metaphysik. Eine Fallstudie zum Gebrauch von Analogien in den Strukturwissenschaften", in: *Analogien in Naturwissenschaften*,

- Medizin und Technik*, hrsg. v. Klaus Hentschel, Acta Historica Leopoldina Vol. 56, Halle, Saale/Stuttgart: Wiss. Verl.-Ges. 2010, S. 399–417.
- Aumann, Philipp, *Mode und Methode. Die Kybernetik in der Bundesrepublik Deutschland*, Göttingen: Wallstein 2009 (zugl. Diss., Univ., München 2008, Titel: Wissenschaft in der Öffentlichkeit).
- Bauer, Matthias/Christoph Ernst, *Diagrammatik. Einführung in ein kultur- und medienwissenschaftliches Forschungsfeld*, Bielefeld: transcript 2010.
- Beck, Martin/Jan Wöpping, “Diagrammatik - Graphen - Modelle”, in: *Bild. Ein interdisziplinäres Handbuch*, hrsg. v. Stephan Günzel/Dieter Mersch, unter Mitarb. v. Franziska Kümmerling, Stuttgart/Weimar: J.B. Metzler 2014, S. 346–353.
- Becker, Rainer C., *Black Box Computer. Zur Wissensgeschichte einer universellen kybernetischen Maschine*, Bielefeld: transcript 2012 (zugl. Diss., TU Darmstadt 2008).
- Bergemann, Ulrike, “Von Schiffen und Schotten. Der Auftritt der Kybernetik in der Medienwissenschaft”, in: *MEDIENwissenschaft Rezensionen* 1/2004, S. 28–40.
- Bergemann, Ulrike, *Leere Fächer. Gründungsdiskurse in Kybernetik und Medienwissenschaft*, Münster: LIT Verl. 2015.
- Bluma, Lars, *Norbert Wiener und die Entstehung der Kybernetik im Zweiten Weltkrieg. Eine historische Fallstudie zur Verbindung von Wissenschaft, Technik und Gesellschaft*, Münster: LIT Verl. 2005 (Zugl. Diss., Bochum, Univ. 2004).
- Bruderer, Herbert, *Meilensteine der Rechentechnik. Zur Geschichte der Mathematik und der Informatik*, Berlin/Boston: de Gruyter Oldenbourg 2015.
- Bruhn, Matthias, “Sichtbarmachung/Visualisierung”, in: *Das Technische Bild. Kompendium zu einer Stilgeschichte wissenschaftlicher Bilder*, hrsg. v. Horst Bredekamp/Birgit Schneider/Vera Dünkel, Berlin: Akademie 2008, S. 132–135.
- Bruhn, Matthias, *Das Bild. Theorie - Geschichte – Praxis*, Berlin: Akademie 2009.
- Buchholz, Amrei/Lina Maria Stahl, “Epistemologie: Bilder als Wissen”, in: *Bild. Ein interdisziplinäres Handbuch*, hrsg. v. Stephan Günzel/Dieter Mersch, unter Mitarb. v. Franziska Kümmerling, Stuttgart/Weimar: J.B. Metzler 2014, S. 125–130.
- Ceruzzi, Paul E., *Computing. A Concise History*, Cambridge/MA/London: The MIT Press 2012.
- Deleuze, Gilles, *Francis Bacon. Logik der Sensation*, Aus dem Franz. v. Joseph Vogl, München: W. Fink 1995 (Orig. Paris 1984).
- [Ernst, Wolfgang], *DIE INSISTENZ DER KYBERNETIK. Zwei Beiträge zur Aktualität kybernetischen Denkens*, Vorfassung des Eröffnungsvortrags zum Workshop Aktualisierung kybernetischen Denkens, HU Berlin, Inst. f. Musikwissenschaft u. Medienwissenschaft, 18./19.04.2018, URL: www.musikundmedien.hu-berlin.de/de/medienwissenschaft/medientheorien/Schriften-zur-medienarchaeologie/aufsaeetze_vortragsskripte/pdfs/kybernetiki-ii.pdf [Zugriff: 27.07.2018].
- Galison, Peter, “The Ontology of the Enemy: Norbert Wiener and the Cybernetic Vision”, in: *Critical Inquiry* 21, 1/1994, S. 228–266.

- Galloway, Alexander R., "Black Box, Schwarzer Block", in: *Die technologische Bedingung. Beiträge zur Beschreibung der technischen Welt*, hrsg. v. Erich Hörl, Berlin: suhrkamp 2011, S. 267–80.
- Günzel, Stephan/Dieter Mersch (Hg.), *Bild. Ein interdisziplinäres Handbuch*, unter Mitarb. v. Franziska Kümmerling, Stuttgart/Weimar: J.B. Metzler 2014.
- Hagner, Michael, "Bilder der Kybernetik: Diagramm und Anthropologie, Schaltung und Nervensystem", in: *Konstruierte Sichtbarkeiten. Wissenschafts- und Technikbilder seit der Frühen Neuzeit*, hrsg. v. Martina Heßler, München: W. Fink 2006, S. 383–404.
- Hagner, Michael, "25. Kybernetik", in: *Sprache - Kultur - Kommunikation. Ein internationales Handbuch zur Linguistik als Kulturwissenschaft*, hrsg. v. Ludwig Jäger [u.a.], Berlin/Boston: de Gruyter Mouton 2016 (= Bd. 43, Handbücher zur Sprach- und Kommunikationswissenschaft), S. 259–267.
- Haigh, Thomas, "Von-Neumann-Architektur, Speicherprogrammierung und modernes Code-Paradigma. Drei Leitbilder früher Rechenanlagen", in: *zfm - Zeitschrift für Medienwissenschaft* 12, 1/2015, S. 127–139.
- Heintz, Bettina/Jörg Huber, "Der verführerische Blick. Formen und Folgen wissenschaftlicher Visualisierungsstrategien", in: *Mit dem Auge denken. Strategien der Sichtbarmachung in wissenschaftlichen und virtuellen Welten*, hrsg. v. Bettina Heintz/Jörg Huber, Zürich [u.a.]: Edition Voldemeer/Springer-Verl. 2001, S. 9–40.
- Heßler, Martina/Dieter Mersch, "Bildlogik oder Was heißt visuelles Denken?", in: *Logik des Bildlichen. Zur Kritik der ikonischen Vernunft*, hrsg. v. Martina Heßler/Dieter Mersch, Bielefeld: transcript 2009, S. 8–62.
- Heßler, Martina/Dieter Mersch (Hg.), *Logik des Bildlichen. Zur Kritik der ikonischen Vernunft*, Bielefeld: transcript 2009.
- Hilgers, Philipp von, "Ursprünge der Black Box", in: *Rekursionen. Von Faltungen des Wissens*, hrsg. v. Ana Ofak/Philipp von Hilgers, München: W. Fink 2010, S. 135–153.
- Holl, Ute, *Kino, Trance & Kybernetik*, Berlin: Brinkmann & Bose 2002 (Zugl. Diss., HU Berlin 2001).
- Holl, Ute, *Cinema, Trance and Cybernetics*, Amsterdam Univ. Press 2017, eBook, URL: www.oapen.org/search?identifier=631164 [Zugriff: 29.07.2018].
- Hörl, Erich/Michael Hagner, "Überlegungen zur kybernetischen Transformation des Humanen", in: *Die Transformation des Humanen. Beiträge zur Kulturgeschichte der Kybernetik*, hrsg. v. Michael Hagner/Erich Hörl, Frankfurt a. M.: suhrkamp 2008, S. 7–37.
- Hüppauf, Bernd/Peter Weingart (Hg.), *Frosch und Frankenstein. Bilder als Medium der Popularisierung von Wissenschaft*, Bielefeld: transcript 2009.
- Hüppauf, Bernd/Peter Weingart, "Wissenschaftsbilder - Bilder der Wissenschaft", in: *Frosch und Frankenstein. Bilder als Medium der Popularisierung von Wissenschaft*, hrsg. v. Bernd Hüppauf/Peter Weingart, Bielefeld: transcript 2009, S. 11–43.

- Krämer, Sybille, “'Schriftbildlichkeit' oder: Über eine (fast) vergessene Dimension der Schrift” in: *Bild, Schrift, Zahl*, hrsg. v. Sybille Krämer/Horst Bredekamp, München: W. Fink 2003, S. 157-176.
- Krämer, Sybille, *Travestien der Kybernetik. Anmerkungen zu einem Programm, dessen Erfolg sich in seinem Verschwinden zeigt*, Thesenpapier, URL: www.expolar.de/kybernetik/TravestienDerKybernetik.data/Bibliothek/input_papers/Kraemer_Thesen.pdf 2005, [Zugriff: 27.07.2018].
- Krämer, Sybille, “Operative Bildlichkeit. Von der 'Grammatologie' zu einer 'Diagrammatologie'? Reflexionen über erkennendes 'Sehen'”, in: *Logik des Bildlichen. Zur Kritik der ikonischen Vernunft*, hrsg. v. Martina Heßler/Dieter Mersch, Bielefeld: transcript 2009, S. 94–122.
- Krämer, Sybille, “Zwischen Anschauung und Denken. Zur epistemologischen Bedeutung des Graphismus”, in: *Was sich nicht sagen lässt. Das Nicht-Begriffliche in Wissenschaft, Kunst und Religion*, hrsg. v. Joachim Bromand/Guido Kreis, Berlin: Akademie 2010, S. 173–192.
- Krämer, Sybille, “Diagrammatisch”, in: *Rheinsprung. Zeitschrift für Bildkritik* 11, 5/2013, S. 162–174.
- Leeb, Susanne, “Einleitung”, in: *Materialität der Diagramme. Kunst und Theorie*, hrsg. v. Susanne Leeb, Berlin: b_books 2012, S. 7–32.
- Lévy, Pierre, “Die Erfindung des Computers”, in: *Elemente einer Geschichte der Wissenschaften*, hrsg. v. Michel Serres, übers. v. Horst Brühmann, Frankfurt a. M.: suhrkamp 2002 (Orig. Paris 1989), S. 905–944.
- McLuhan, Marshall, *Die magischen Kanäle*, Düsseldorf/Wien: Econ-Verl. 1968 (Orig. Understanding Media, 1964).
- Mersch, Dieter, “Das Bild als Argument. Visualisierungsstrategien in der Naturwissenschaft”, in: *Ikonologie des Performativen*, hrsg. v. Christoph Wulf/Jörg Zirfas, München: W. Fink 2005, S. 322–344.
- Mersch, Dieter, “Naturwissenschaftliches Wissen und bildliche Logik”, in: *Konstruierte Sichtbarkeiten. Wissenschafts- und Technikbilder seit der Frühen Neuzeit*, hrsg. v. Martina Heßler, München: W. Fink 2006, S. 405–420.
- Mersch, Dieter, “Visuelle Argumente. Zur Rolle der Bilder in den Naturwissenschaften”, in: *Bilder als Diskurse - Bilddiskurse*, hrsg. v. Sabine Maasen/Torsten Mayerhauser/Cornelia Renggli, Weilerswist: Velbrück Wissenschaft 2006, S. 95–116.
- Mersch, Dieter, “Wissen in Bildern. Zur visuellen Epistemik in Naturwissenschaft und Mathematik”, in: *Frosch und Frankenstein. Bilder als Medium der Popularisierung von Wissenschaft*, hrsg. v. Bernd Hüppauf/Peter Weingart, Bielefeld: transcript 2009, S. 107–134.
- Mersch, Dieter, “Aspekte visueller Epistemologie. Zur 'Logik' des Ikonischen”, in: *Image and Imaging in Philosophy, Science and the Arts. Vol. 1*, hrsg. v. Richard Heinrich [u.a.], Proceedings of the 33rd International Ludwig Wittgenstein-Symposium in Kirchberg 2010, Heusenstamm: ontos 2011, S. 269–299.
- Mersch, Dieter, *Ordo ab chao - Order from Noise*, Zürich: diaphanes 2013.

- Müggenburg, Jan, "Bats in the Belfry: On the Relationship of Cybernetics and German Media Theory", in: *Canadian Journal of Communication* 42, 3/2017, S. 467–484.
- Müggenburg, Jan, *Lebhafte Artefakte. Heinz von Foerster und die Maschinen des Biological Computer Laboratory*, Konstanz: Konstanz Univ. Press 2018 (Zugl. Diss., Univ. Wien 2016).
- Nikolow, Sybilla/Lars Bluma, "Die Zirkulation der Bilder zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit. Ein historiographischer Essay", in: *Frosch und Frankenstein. Bilder als Medium der Popularisierung von Wissenschaft*, hrsg. v. Bernd Hüppauf/Peter Weingart, Bielefeld: transcript 2009, S. 45–78.
- Pias, Claus, "Zur Einführung", in: *Kursbuch Medienkultur. Die maßgeblichen Theorien von Brecht bis Baudrillard*, hrsg. v. Claus Pias [u.a.], Stuttgart: DVA 1999, S. 427–431.
- Pias, Claus, "Die kybernetische Illusion", in: *Medien in Medien*, hrsg. v. Claudia Liebrand/Irmela Schneider, Köln: DuMont 2002, S. 51–66.
- Pias, Claus, "Das digitale Bild gibt es nicht. Über das (Nicht-)Wissen der Bilder und die informatische Illusion", in: *zeitenblicke* 2, 1/2003, URL: www.zeitenblicke.historicum.net/2003/01/pias/index.html [Zugriff: 29.07.2018].
- Pias, Claus, "Unruhe und Steuerung. Zum utopischen Potential der Kybernetik", in: *Die Unruhe der Kultur. Potentiale des Utopischen*, hrsg. v. Jörn Rüsen/Michael Fehr/Annelie Ramsbrock, Weilerswist: Velbrück Wissenschaft 2004, S. 301–325.
- Pias, Claus, "Zeit der Kybernetik - Eine Einstimmung", in: *Cybernetics/Kybernetik. The Macy-Conferences 1946-1953: Bd. II: Essays und Dokumente*, hrsg. v. Claus Pias, Zürich, Berlin: diaphanes 2004, S. 9–41 (= Bd. 2, Cybernetics. The Macy-Conferences 1946 – 1953).
- Pias, Claus/Gabriele Werner, "Kunst und Kybernetik. Ein Gespräch der *Bildwelten des Wissens* mit Claus Pias", in: *Bildwelten des Wissens. Kunsthistorisches Jahrbuch für Bildkritik. Band 5,1: Systemische Räume*, hrsg. v. Horst Bredekamp/Matthias Bruhn/Gabriele Werner, Berlin: Akademie 2007, S. 77–86.
- Pickering, Andrew, *The Cybernetic Brain. Sketches of Another Future*. Chicago/London: The Univ. of Chicago Press 2010.
- Rheinberger, Hans-Jörg, "Objekt und Repräsentation", in: *Mit dem Auge denken. Strategien der Sichtbarmachung in wissenschaftlichen und virtuellen Welten*, hrsg. v. Bettina Heintz/Jörg Huber, Zürich [u.a.]: Edition Voldemeer/Springer-Verl. 2001, S. 55–61.
- Rheinberger, Hans-Jörg, "Sichtbar Machen. Visualisierung in den Naturwissenschaften", in: *Bildtheorien. Anthropologische und kulturelle Grundlagen des Visualistic Turn*, hrsg. v. Klaus Sachs-Hombach, Frankfurt a. M.: suhrkamp 2009, S. 127–145.
- Scherffig, Lasse, „Feedbackmaschinen. Kybernetik und Interaktion“, URL: www.lassescherffig.de/wp-content/uploads/2017/01/Scherffig2017_Feedbackmaschinen.pdf 2017 [Zugriff: 29.07.2018] (= Diss., KHM Köln 2014).

- Schneider, Birgit, "Diagrammatik", in: *Das Technische Bild. Kompendium zu einer Stilgeschichte wissenschaftlicher Bilder*, hrsg. v. Horst Bredekamp/Birgit Schneider/Vera Dünkel, Berlin: Akademie 2008, S. 192–197.
- Schubbach, Arno, "Gezogene Linien sehen. Sichtbarmachung und Sichtbarkeit von Bildern", in: *Zeitschrift für Ästhetik und Allgemeine Kunstwissenschaft* 53, 2/2008, S. 217–232.
- Schubbach, Arno, "Was sich in Bildern alles zeigen kann. Überlegungen mit Blick auf die Visualisierung von Netzwerken", in: *Zeigen. Die Rhetorik des Sichtbaren*, hrsg. v. Gottfried Boehm/Sebastian Egenhofer/Christian Spies, München: Fink 2010, S. 207–230.
- Stetter, Christian, "Bild, Diagramm, Schrift", in: *Schrift. Kulturtechnik zwischen Auge, Hand und Maschine*, hrsg. v. Gernot Grube/Werner Kogge/Sybille Krämer, München: Fink 2005, S. 115–135.
- Stjernfelt, Frederik, *Diagrammatology. An Investigation on the Borderlines of Phenomenology, Ontology, and Semiotics*, Dordrecht: Springer 2007.
- Wentz, Daniela, "Bilder/Räume denken. Zum diagrammatischen Bild", in: *Raum Wissen Medien. Zur raumtheoretischen Reformulierung des Medienbegriffs*, hrsg. v. Dorit Müller/Sebastian Scholz, Bielefeld: transcript 2012, S. 253–269.
- Wentz, Daniela, "Anschauen und Denken. Neue Perspektiven auf Materialität und Virtualität der Diagramme", in: *zfm - Zeitschrift für Medienwissenschaft* 8, 1/2013, S. 202–206.
- Wentz, Daniela, *Bilderfolgen. Diagrammatologie der Fernsehserie*, Paderborn: W. Fink 2017.
- Zdebik, Jakub, *Deleuze and the Diagram. Aesthetic Threads in Visual Organization*, London/New York: continuum 2012.

4.3. Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1: Buchcover. Frank (Hg.), *Kybernetik – Brücke zwischen den Wissenschaften*, 1966.
- Abb. 2: Buchcover. Holl, *Cinema, Trance and Cybernetics*, 2017.
- Abb. 3: Regelkreisschema. Fuchs, *Knaurs Buch der Denkmaschinen*, 1968, S. 315.
- Abb. 4: „Kochen heißt regeln“. Cube, *Technik des Lebendigen*, 1970, S. 37.
- Abb. 5: „Die Kybernetik, Mikroskop der Komplexität“. Moles, „Kybernetik, eine Revolution in der Stille“, in: *Epöche Atom und Automation*, 1959, S. 9.
- Abb. 6: „Der Kraftwagen als System“. Klaus/Liebscher, *Was ist – was soll Kybernetik*, 1969, S. 11.
- Abb. 7: Diagramm zur Busverspätung. Latil, *Thinking by Machine*, 1956, S. 133.
- Abb. 8: Blockschaltbild. Klaus/Liebscher, 1969, S. 66.
- Abb. 9: Schaltplan. Guilbaud, *What is Cybernetics?*, 1959, S. 16.
- Abb. 10: „Monetary Circulation“. Guilbaud, 1959, S. 16.
- Abb. 11: Nervenbahnen. Guilbaud, 1959, S. 20.
- Abb. 12: Regelkreis v. Fahrzeuglenken. Guilbaud, 1959, S. 18.
- Abb. 13: Feedback-Diagramm. Wiener, *Cybernetics*, 1948, S. 132.
- Abb. 14: Bild v. Nervensystem. Wiener, „Kybernetik (1948)“, in: *Futurum Exactum*, S. 18.

- Abb. 15: Karikatur v. Kybernetik/Wiener. Teplow, *Grundriß der Kybernetik*, 1966, S. 13.
- Abb. 16: „Allgemeines Schema des kybernetischen Vorgangs“. Ducrocq, *Die Entdeckung der Kybernetik*, 1959, S. 21.
- Abb. 17: Regelkreisdiagramm. Blom, *Raum, Zeit und Elektron*, 1959, S. 96.
- Abb. 18: Regelkreisdiagramm. Cube, 1970, S. 22.
- Abb. 19: Regelkreis Affe. Cube, 1970, S. 52.
- Abb. 20: Regelkreis Mondflug. Cube, 1970, S. 77.
- Abb. 21: Regelkreis Lernautomat. Cube, 1970, S. 83.
- Abb. 22: Zentrifugalregulator. Zelbstein, „Regeln und Regler“, in: *Epoche Atom und Automation*, 1959, S. 19.
- Abb. 23: Dampfmaschine – Mensch. Lohberg/Lutz, *Keiner weiß was Kybernetik ist*, 1968, S. 86.
- Abb. 24: Dampfmaschine – Fliehkraftregler. Lohberg/Lutz, 1968, S. 87.
- Abb. 25: Dampfmaschine im Vergleich. Frank, „Was ist Kybernetik?“, in: *Kybernetik*, 1966, S. 15.
- Abb. 26: Aufbau eines Thermostats. Guilbaud, 1959, S. 28.
- Abb. 27: Regelkreis Atemvorgang. Cube, 1970, S. 35.
- Abb. 28: Lichtstärkeregelung im Auge. Drischel, „Kybernetische Probleme in Biologie und Medizin“, in: *Einige Beiträge zu Fragen der Kybernetik*, 1963, S. 101.
- Abb. 29: Regelkreis Sprechvorgang. Fuchs, 1968, S. 318.
- Abb. 30: Übertragungen im Auto. Teplow, 1966, S. 73.
- Abb. 31: Regelkreis Autofahren. Klaus/Liebscher, 1969, S. 14.
- Abb. 32: Regelkreis Autofahren. Zelbstein, 1959, S. 21.
- Abb. 33: Armprothese. Moissejew, *Fragen der Kybernetik in Biologie und Medizin*, 1963, S. 152.
- Abb. 34: Regelkreis Lehrautomat. Frank, „Lehrautomaten und Lehlgorithmen“, in: *Kybernetik*, 1966, S. 278.
- Abb. 35: Mensch-Maschine-Konfigurationen. Klaus/Liebscher, 1969, S. 122.
- Abb. 36: Rechnerin an Tischrechenmaschine. Steinbuch, *Automat und Mensch*, 1963, S. 156.
- Abb. 37: Rechnerin, Zeichnung. Radl, *Was ist Kybernetik?*, 1967, S. 50.
- Abb. 38: Diagramm einer elektronischen Rechenanlage. Wettstein, „Elektronisches Rechnen“, in: *Kybernetik*, 1966, S. 188.

Ich habe mich bemüht, sämtliche Inhaber der Bildrechte ausfindig zu machen und ihre Zustimmung zur Verwendung der Bilder in dieser Arbeit eingeholt. Sollte dennoch eine Urheberrechtsverletzung bekannt werden, ersuche ich um Meldung bei mir.

5. Anhang

5.1. Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit setzt sich mit kybernetischen Bildern und Diagrammen auseinander. Diese haben sich während der institutionellen Blütezeit der Kybernetik in den 1950er und 60er Jahren vielfach in wissenschaftlichen, insbesondere aber außerwissenschaftlichen Veröffentlichungen als Bestandteil von visuellen Argumentationen der Kybernetik wiedergefunden. Die kybernetischen Bilder werden dabei nicht als bloße visuelle Repräsentationen von Sachverhalten aufgefasst, sondern im Kontext von Sichtbarmachung als visuelle Konstruktionen von – oftmals per se – nicht sichtbaren Gegenständen verstanden. Anhand von ausgewählten kybernetischen Bildern, die aus den Bereichen Technik, Biologie und dem Sonderfall der Mensch-Maschine-Relationen stammen, wird das als diagrammatisch begreifbare Schema des Regelkreises analytisch fokussiert. In der Darstellung von Regelkreisen werden Sachverhalte aus unterschiedlichsten Wirklichkeitsbereichen ‚kybernetisiert‘, weshalb viele kybernetische Bilder zur Sichtbarmachung von Regelkreisen gedient haben. Letztendlich wird an Regelkreisdiagrammen ersichtlich, welche visuellen Konfigurationen die Kybernetik von Mensch und Maschine entworfen hat und wie die Kybernetik durch das Regelkreiskonzept eine Fundierung erfahren hat, die bis in unsere Gegenwart – in Form des Computers – technisch überliefert bleibt.