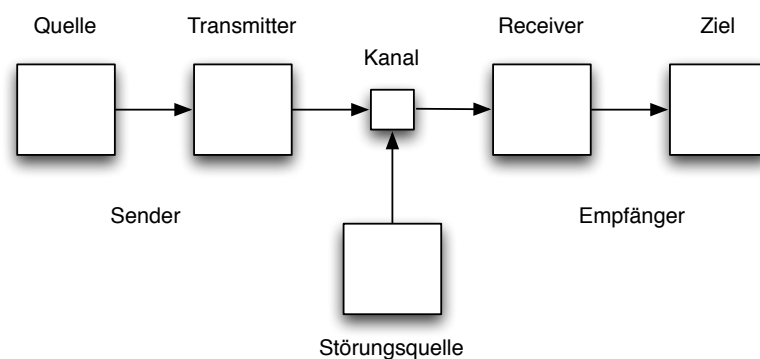


Informationstheorie und Kybernetik

Der Mathematiker und Ingenieur Claude Elwood Shannon (1916-2001) veröffentlichte im Jahr 1948 den zweiteiligen Artikel »A Mathematical Theory of Communication« (Shannon 1948), in dem er, aufbauend auf Vorarbeiten von Norbert Wiener, William G. Tuller, Ralph Hartley, Harry Nyquist u.a., die Messung des Informationsgehalts von Signalen in der Nachrichtentechnik beschrieb. Dabei ging es Shannon ausdrücklich nicht um Bedeutungen der Nachrichten, sondern einzig um das Problem der Signalübertragung. Sein Kommunikationsmodell besteht aus 6 Komponenten:



1. Eine *Informationsquelle*, die Nachrichten produziert. Diese Nachrichten können zeichenbasiert also diskret (z.B. →Telegraphie) oder kontinuierlich (z.B. analoges →Telefon) sein.
2. Ein *Transmitter*, der die Nachrichten in Signale umwandelt, z.B. in elektrische Spannungsänderungen. Diese Signale können ebenfalls diskret (z.B. elektrische Pulse) oder kontinuierlich (z.B. Schwingungen) sein.
3. Der *Übertragungskanal*, über den die Signale geleitet werden.
4. Die Übertragung in einem physikalischen Kanal wird durch eine *Störungsquelle* beeinträchtigt.
5. Der *Receiver*, der die empfangenen Signale wieder in eine Nachricht zurück wandelt.
6. Das *Ziel* ist die Instanz, welche die Nachricht empfängt.

Die Kombination von Quelle und Transmitter wird als *Sender* bezeichnet, der Receiver und das Ziel bilden den *Empfänger*. Ein *Kommunikationssystem* besteht aus Sender, Kanal und Empfänger. Das System ist *diskret*, wenn sich sowohl Nachrichten als auch Signale aus klar voneinander unterscheidbaren Zeichen zusammensetzen. Eine endliche Menge diskreter Zeichen wird als *Alphabet* bezeichnet. Bei der elektrischen Morsetelegrafie besteht die Nachricht aus Strichen und Punkten, das Signal aus elektrischen Spannungsänderungen, die durch einen geschlossenen (Morsetaster gedrückt) oder offenen (Morsetaster nicht gedrückt) Stromkreis erzeugt werden.

Bei einem *kontinuierlichen* Kommunikationssystem sind sowohl Nachricht als auch Signal kontinuierlich, z.B. Analogradio oder -fernsehen. In einem gemischten System gibt es beide Formen, z.B. digitaler Rundfunk, bei dem die kontinuierlichen Luftdruckänderungen des Schallsignals in binäre Spannungspulse gewandelt werden. Da inzwischen die meisten Kommunikationssysteme digitalisiert sind, gibt es nahezu keine kontinuierlichen Kommunikationssysteme mehr.

Transmitter oder Receiver werden als *Signalwandler* bezeichnet. Bei diskreten Systemen wird die diskrete Nachricht durch den Transmitter in ein diskretes Signal übersetzt. Ein *Code* ist eine eindeutige Abbildung von einem Alphabet A in ein anderes Alphabet B. Den Vorgang dieser Abbildung bezeichnet man als *Codierung*.

Im Fall der diskreten Nachrichtenübertragung besteht das Alphabet einer Nachricht aus einer endlichen Menge Zeichen $A = \{Z_1, \dots, Z_n\}$. Der Empfänger weiß zwar, welches Zeichenrepertoire der Sender benutzt, er kann aber keine Aussage über das nächste gesendete Zeichen treffen. Er kennt, z.B. aus Erfahrung vergangener Nachrichten, lediglich die Wahrscheinlichkeit p_i , mit der das i -te Zeichen von A auftritt. Dabei gilt für jedes Zeichen $p_i \leq 1$, die Summe aller p_i ergibt 1, d.h. irgendein Zeichen des Alphabets wird mit Sicherheit gesendet. Im Spezialfall sind die Auftretenswahrscheinlichkeiten aller Zeichen identisch, d.h. $p_i = p = 1/n$.

Shannon führte in Anlehnung an Ralph Hartley und John Tukey als Bestimmungsgröße für den Informationsgehalt das *Bit* ein, Abkürzung für *Binary Digit*. Der Informationsgehalt eines Zeichens in Bit kann veranschaulicht werden kann als die minimale Anzahl von Ja-/Nein-Fragen, die gestellt werden müssen, um das Zeichen zu identifizieren. Die nachweislich beste Fragestrategie besteht darin, den in Frage kommenden Zeichenvorrat in jedem Schritt zu halbieren, bis das gesuchte Zeichen gefunden ist. 2 Zeichen sind mit 1 Frage, 4 Zeichen mit 2 Fragen, 8 Zeichen mit drei Fragen usw. aufteilbar. Allgemein wird die Anzahl der durchschnittlich benötigten Binärfragen bei einem Alphabet mit n Zeichen als Logarithmus von n zur Basis 2 berechnet: $H = \log_2 n$.

Dies gilt allerdings nur, solange die Auftretenswahrscheinlichkeiten aller Zeichen identisch sind. In der Regel sind die Zeichen jedoch ungleich verteilt. So tritt in der deutschen Sprache das Zeichen ‚E‘ deutlich häufiger auf als ‚J‘. Der Informationsgehalt I eines empfangenen Zeichens, gemessen in Bit, ist aber umso größer, je geringer die Wahrscheinlichkeit seines Eintreffens ist: $I = \log_2 \frac{1}{p_i}$. Der durchschnittliche Informationsgehalt H eines Zeichens berechnet sich als Summe der Auftretenswahrscheinlichkeit der einzelnen Zeichen multipliziert mit ihrem Informationsgehalt, also als der gewichtete Mittelwert:

$$H = \sum_{i=1}^n p_i \cdot \log_2 \frac{1}{p_i}$$

Dieser Wert wird als *Informationsgehalt* oder *Entropie* einer Nachricht bezeichnet, in Analogie zu einer schreibgleichen Formel in der physikalischen Thermodynamik. Sie bezeichnet das Maß an Ungewissheit auf Seiten des Empfängers, die durch den Empfang

des Zeichens beseitigt wird. Dies ist eine Verallgemeinerung unseres Spezialfalls der Gleichverteilung, für den gilt: $H = n \cdot \frac{1}{n} \cdot \log_2 \frac{1}{\frac{1}{n}} = \log_2 n$. In einem Alphabet mit 26 gleichverteilten Buchstaben sind im Durchschnitt also $\log_2 26 = 4,7$ Fragen notwendig, um das nächste gesendete Zeichen zu identifizieren (die tatsächliche Entropie des deutschen Alphabets liegt mit 4,06 Bit/Zeichen deutlich darunter). Ein einfacher Code benötigt entsprechend 5 Bit, um ein solches Zeichen zu repräsentieren. Dieser Code behandelt alle Zeichen als gleichwahrscheinlich, ohne die Struktur der Schriftsprache zu beachten, die manche Buchstaben vor anderen deutlich bevorzugt.

Bei der *Entropiecodierung* hingegen werden die Auftrittswahrscheinlichkeiten berücksichtigt und die durchschnittliche Länge von Nachrichten verkürzt, indem wahrscheinlicheren Zeichen kürzere Codewörter zugewiesen werden. Dabei muss darauf geachtet werden, dass der Code *präfixfrei* ist, d.h. dass kein kurzes Codewort der Anfang eines längeren ist. Der Shannon-Fano-Code von 1949 war der erste Vorschlag einer präfixfreien Entropiecodierung, die jedoch nicht immer optimale Ergebnisse, d.h. kürzestmögliche Codewörter lieferte. Der 1951 von David Huffman vorgeschlagene Huffman-Code ist bei einer gegebenen Nachricht der nachweisbar kürzeste präfixfreie Code, dessen durchschnittliche Wortlänge der Entropie des kodierten Alphabets entspricht. Da er zudem einfach zu berechnen ist, wird er in gängigen Kompressionsalgorithmen wie JPEG und MPEG als letzter Schritt eingesetzt, um die für die Übertragung benötigte Zeichenzahl so gering wie möglich zu halten.

Im Gegensatz zur Entropiecodierung werden Codewörter bisweilen künstlich verlängert, um sie robuster gegenüber Störungen zu machen. Zeichen sind *redundant*, wenn sie der Nachricht keine Information hinzufügen. Lässt sich aus einem Wortanfang der Rest des Wortes ableiten, so enthalten die letzten Buchstaben keine weiteren Informationen und könnten ausgelassen werden. Geschickt gewählte redundante Kodierung sorgt aber dafür, dass Übertragungsfehler erkennbar, bei höherer Redundanz sogar korrigierbar sind. Allgemein ist *Redundanz* eines Codes C für das Alphabet A die Differenz zwischen der durchschnittlichen Wortlänge von C und der Entropie von A. Die bahnbrechende Leistung von Shannons Theorie war der Nachweis, dass durch hinreichend redundante Codes eine fehlerfreie Nachrichtenübertragung in einem beliebig gestörten Kanal möglich ist.

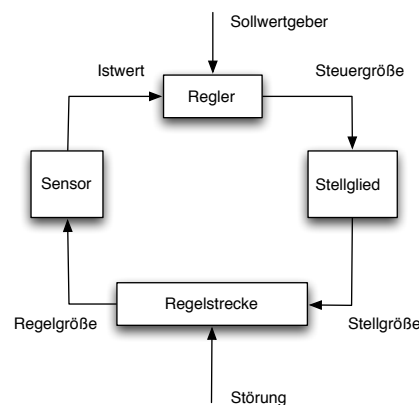
Shannon beschränkte seine Untersuchungen dabei ausdrücklich auf Fragen der Übertragung von Signalen unter Ausklammerung ihrer Bedeutung. Der Mathematiker Warren Weaver schlug 1949 vor, das Modell auch auf Untersuchungen des Transports von Bedeutungen und ihren handlungssteuernden Wirkungen auszudehnen, indem ein »semantischer Empfänger« zwischen Receiver und Ziel, sowie ein »semantisches Rauschen« zwischen Quelle und Transmitter eingefügt wird (Shannon; Weaver 1949). Mit diesen Anmerkungen legte er die Grundlage für eine allgemeine Informationstheorie mit Anwendungen jenseits der Signaltheorie. Das Modell der Kommunikation als Transport

von Informationen in gestörten Kanälen ist seitdem als Shannon/Weaver-Modell bekannt.

Nicht zuletzt durch die Metapher der Entropie, und um nichts anderes als eine Metapher handelt es sich bei dieser Namensgebung, erhielt dieser Informationsbegriff große Aufmerksamkeit auch außerhalb der mathematischen Signaltheorie. Information wurde in allem gesucht und gefunden, vom Aufbau der Gene über die kognitiven Leistungen des Menschen bis zur Informationsvermittlung in pädagogischen Prozessen. Die Erfolge dieser Sichtweisen sind umstritten; während Befürworter von der Kraft eines universellen Informationsbegriffs bei der Vereinheitlichung der Wissenschaften sprechen, sehen Kritiker in der Mathematisierung insbesondere der Sozial- und Geisteswissenschaft wenig Erkenntnisgehalt. Unbestreitbar ist der wegweisende Einfluss in denjenigen Disziplinen, die sich mit der maschinellen Verarbeitung von Informationen beschäftigen, allen voran die Nachrichtentechnik sowie die Informatik. Dabei zogen sie ihre Inspiration nicht allein aus der Informationstheorie, sondern ebenso aus der zeitgleich aufsteigenden Kybernetik.

Kybernetik

Der Begriff *Kybernetik* leitet sich ab von dem griechischen Wort *kybernétes*, Steuermann. Norbert Wiener führte ihn 1947 als Bezeichnung für die Wissenschaft vom Steuern dynamischer Systeme ein. Zentraler Topos der Kybernetik ist die Rückkopplungskette bzw. der Regelkreis, bestehend aus den folgenden Komponenten:



Der *Sollwertgeber* gibt die gewünschte *Zielgröße* oder *Sollwert* an den Regler weiter.

Der *Regler* vergleicht Ist- und Sollwert und gibt eine *Steuergröße* an das Stellglied.

Das *Stellglied* vermittelt zwischen Regler und Regelstrecke, indem es die Steuer- in eine Stellgröße umwandelt, die direkt auf die Regelstrecke einwirkt.

Die *Regelstrecke*, ist das zu steuernde System. Es enthält den zu steuernden Parameter, die *Regelgröße*.

Die *Störung* beeinflusst die Regelgröße des Systems auf unvorhersehbare Weise.

Der *Sensor*, auch *Messglied*, misst die Regelgröße und gibt das Ergebnis als *Istwert* an den Regler weiter.

Das Ziel eines Regelkreises ist die *Homöostase*, ein stabiler Zustand, in dem die Regelgröße des System den Zielvorstellungen des Sollwertgebers entspricht. Immer wieder als typisch herangezogenes Beispiel ist das Thermostat zur Regulierung einer Heizung und der Fliehkraftregler für den Druckausgleich in einer Dampfmaschine.

Zwischen 1946 und 1953 organisierte die Josiah Macy, Jr. Foundation eine Tagungsreihe mit dem Ziel, eine interdisziplinäre Theorie und Wissenschaft des menschlichen Geistes zu begründen. An den Macy-Konferenzen nahmen zahlreiche namhafte Wissenschaftler teil, darunter Warren McCulloch, John von Neumann, Walter Pitts, Gregory Bateson, Margret Mead, Norbert Wiener und Heinz von Foerster. Die diskutierten Themen umfassten die Verhältnisse von Computer und Geist, Organismen und Maschinen, Robotik, Informationstheorie und Kommunikation. Dem Titel der Konferenzreihe »Circular causal, and feedback mechanisms in biological and social systems« wurde 1949 zu Ehren von Wieners Arbeiten ein »Cybernetics« vorangestellt. Die Macy-Konferenzen gaben wichtige Impulse und Inspirationskraft für die Entwicklung einer interdisziplinären Kybernetik.

Wiener betont die strukturelle Vergleichbarkeit von Neuronen und Relais, von Gedächtnis und Speicher, von Gehirn und Computer, von menschlichem Verhalten und maschinellen Prozessen. Daraus ergeben sich Anwendungen einer allgemeinen Theorie der Regelkreise auf Biologie und Physiologie, auf Psychologie und Psychopathologie, auf Anthropologie und Soziologie, auf Politologie und Wirtschaftswissenschaften. In jeder Disziplin, in der es im weitesten Sinne um die Verarbeitung von Informationen ging, wurden Messgrößen und Regelkreise aufgespürt, mit denen der Informationsgehalt messbar, vorhersehbar und kontrollierbar werden sollten. Der britische Psychiater Ross Ashby beschrieb Organismen als homöostatische Systeme, die ihren Blutkreislauf oder die Körpertemperatur über Regelkreise stabilisieren und begründete damit die Biokybernetik. Hier wurden Maschinen gebaut, um mit ihnen die Funktionsweise des menschlichen Körpers und Geistes studieren zu können. Stafford Beer entwarf 1971 mit *Cyber-syn* das Modell ein kybernetisch gelenkten Staates, mit dem die Verwaltung von Chile per Fernschreiberanbindung durch einen Zentralcomputer in Santiago gesteuert werden sollte.

Informationsästhetik

Grundlage der Informationsästhetik ist das 1933 von dem amerikanischen Mathematiker George David Birkhoff eingeführte Maß für die makroästhetische Qualität von Formen als Quotienten von Ordnung O und Complexity C : $M_A = O/C$

Das ästhetische Maß einer künstlerischen Produktion ist demnach umso größer, je stärker das verwendete Material geordnet und je weniger komplex es ist, wobei als künstlerisches Material jedes elementare Zeichen wie Farben, Formen, Wörter oder Töne in Frage kommt. Maximale Ordnung mit einfachsten Mitteln ist das Rezept zur Optimierung ästhetischer Formen. Bei der ästhetischen Analyse von Polygonen ergibt sich die

Ordnung aus dem Umstand, ob Vertikal- oder Rotationssymmetrie vorliegt, ob die Figur im Gleichgewicht ist, ob sie gänzlich oder zum Teil horizontal und vertikal orientiert ist und ob sie »freundlich« ist. Die Komplexität im Nenner bestimmt sich aus der Anzahl der verschiedenen Geraden, auf denen die Polygonseiten liegen. Ein Quadrat ist demnach mit $M_{\bar{A}}=4$ ästhetischer als ein Dreieck ($M_{\bar{A}}=3$) und als ein Rechteck ($M_{\bar{A}}=2$).

Max Bense entwickelt aus dem Birkhoffschen makroästhetischen Ansatz seine Formel für Mikroästhetik als $M = R/H = \text{Redundanz}/\text{Entropie}$, die an Begriffen der Informationstheorie orientiert ist. Die Redundanz ist dabei die statistische Ordnung, die Entropie die statistische Komplexität. Bense gilt damit als Wegbereiter einer universellen *Informationsästhetik*, die er auch als *abstrakte Ästhetik* bezeichnete (Bense 1969).

Eine solche Ästhetik versteht sich dabei gänzlich am Werk orientiert unter Ausblendung des Betrachters, Käufers oder Kritikers. Es geht ihr weder um eine Ästhetik des Gefallens noch um spekulative oder metaphysische Aussagen um das Wesen der Kunst. Aus diesen Überlegungen entwarfen Künstler wie Georg Nees, Frieder Nake oder Michael Noll Algorithmen für eine generative Ästhetik, die als wegweisend für die Computerkunst gelten und die zentrale Topoi der Kunsttheorie wie »Werk«, »Original«, »Künstler« und »Kunst« radikal in Frage stellen.

Informationspsychologie und Kybernetische Pädagogik

Die kybernetische Pädagogik basiert auf der Beobachtung, dass Lehr-/Lernprozesse als Vermittlung von in Zeichen und Superzeichen codierte Information interpretiert werden können. Hierzu liefert die Informationspsychologie empirisch ermittelte Daten über die Kanalkapazität der menschlichen Sinnesmodalitäten, Verarbeitungsgrößen des Gehirns sowie die Speichermöglichkeiten des Gedächtnisses. Die durchschnittliche Informationsverarbeitung beträgt demnach 15 ± 3 bit pro Sekunde, das Kurzzeitgedächtnis umfasst 80 ± 28 bit bei einer Aufnahmegeschwindigkeit von $0,7$ bit/s, wobei das Bewußtsein nicht mehr als 160 bit übersehen kann.

Die Kybernetische Pädagogik, wie sie von Gordon Pask oder Helmar Frank vertreten wurde, fragte darauf aufbauend, wie Informationsübermittlungsprozesse zwischen Lehrer und Schüler optimiert werden können (Frank 1969). Im Gegensatz zur Informationsästhetik, die vom objektiv messbaren Informationsgehalt des Werkes ausgeht, konzentriert sich die kybernetische Pädagogik auf den subjektiven Informationsgehalt einer Lehreinheit. Für verschiedene Schüler hat die gleiche Nachricht einen je unterschiedlichen Neuigkeitswert und damit einen nur subjektiv bestimmbar Informationsgehalt. Messbare Ziele des Unterrichts sind die Beseitigung der subjektiven Ungewissheiten durch gezieltes Vermitteln der fehlenden subjektiven Informationen. Die bevorzugte Methode dabei ist der programmierte Unterricht, der dem Schüler z.B. einen Lückentext präsentiert, den dieser selbstständig ergänzen muss. Gelingt es ihm, die richtigen Wörter in verschiedenen Satzkontexten einzufügen, haben diese für ihn keinen Neuigkeitswert mehr und damit auch keinen Gehalt an subjektiver _____: ein messbarer Lernfortschritt ist zu verzeichnen. Zu den Konsequenzen der Informationstheorie für den Unterricht gehört die Aufforderungen, nicht zu viele (subjektive) Informationen auf einmal

anzubieten, unnütze Informationen oder lange generell zu vermeiden, das Informationsvolumen der Hausaufgaben zu begrenzen und kurze, redundanzfreie Antworten auf klare Fragen zu fordern.

Das kybernetische Vermächtnis

Die Erfolge der Naturwissenschaften, das positivistische Wissenschaftsprogramm des Logischen Empirismus, der radikale Behaviorismus und nicht zuletzt der Computer lieferten Stichworte für neue Welterklärungsmodelle, die sich durch Rückgriff auf mathematisch-empirische Methoden als objektiv und ideologiefrei verstanden. Informationstheorie und Kybernetik gehörten dabei ebenso zum Repertoire wie Operations Research, Spiel- und Entscheidungstheorie.

Ihr Ziel war die objektive Beschreibung der Welt, ihre Utopie war das Ende der Utopien (Pias 2008). Max Bense brachte das epistemologische Projekt für die Ästhetik auf den Punkt: »Nur eine solche rational-empirische, objektiv-materiale Ästhetikkonzeption kann das allgemeine spekulative Kunstgeschwätz der Kritik beseitigen und den pädagogischen Irrationalismus unserer Akademien zum Verschwinden bringen« (Bense 1969, S. 8). Der Impetus dieser Aussage lässt sich problemlos auf die Programme einer Informationspsychologie oder einer kybernetischen Pädagogik übertragen. Es ging um nicht weniger als die Schaffung eines stabilen, d.h. mathematisch-empirischen Fundaments als Gegenentwurf für die ideologischen oder spekulativen, d.h. hermeneutisch-phänomenologischen Rationalitäten der Geisteswissenschaften. Denn »nur antizipierbare Welten sind programmierbar, nur programmierbare sind konstruierbar und human bewohnbar.« (Bense, ebd, S. 72).

Ihren Höhepunkt hatte die informationstheoretische Kybernetik in den 50er und 60er Jahren. Dennoch zeigten sich immer stärker die Grenzen der Analyse von Regelkreisläufen bei der Analyse kultureller Prozesse. Nahezu alle geisteswissenschaftlichen Disziplinen wandten sich daher in den 70er Jahren von der ursprünglichen Kybernetik ab und anderen Theorien zu, die nicht selten ihr Vermächtnis weiter führten.

In der Epistemologie prägte Heinz von Foerster den Begriff der *Kybernetik 2. Ordnung* für selbstreferentielle Systemtheorien, die den Beobachter mit in den Blick nehmen. Der in diesem Sinn u.a. von Maturana, Varela, Glasersfeld, Watzlawick und Schmidt entworfene radikale Konstruktivismus ließ manche Grundbegriffe der informationstheoretischen Kybernetik im radikalen Konstruktivismus, in der späten →Systemtheorie von Niklas Luhmann und neuerdings in der →Akteur-Netzwerktheorie überdauern, ohne auf den technischen Mathematismus der frühen Jahre zu bestehen.

Ein Revival hatte die technische Kybernetik in den 90er-Jahren mit dem Konzept des *Cyberspace*, dem Raum im kybernetischen System des Computers. Konzeptuell durch Autoren wie John Ford, Vernor Vinge oder John Brunner entwickelt und ab 1982 durch William Gibson als Begriff eingeführt, wurde er im Deutschen lange Zeit konsequent als *Kyberspace* übersetzt. Speiste sich die ursprüngliche Kybernetik aus den automatisier-

ten Rechenanlagen der frühen Computer, bezogen der Cyberspace und die ebenfalls kurzfristig wieder in Mode gekommenen Cyborgs ihre inspirierende Kraft aus dem Computernetz. Damit nährten ihre Autoren einmal mehr die Phantasien einer symbiotischen Verschmelzung von Mensch und Technik, die seit La Mettrie, Shelley, Capek, Lem, Asimov und Licklider die Kulturgeschichte durchzogen. Norbert Bolz schrieb 1994 »Der Mensch ist eine Maschine mit vielen Interferenzen« (Bolz et al. 1994 S. 12) und auch Friedrich Kittler interpretierte mediale und kulturelle Prozesse bevorzugt aus Sicht maschineller Operationen. Diese Sichtweise hat die deutschsprachige Medienwissenschaft mit Rückendeckung durch Autoren der französischen → Postmoderne in den 90er Jahren maßgeblich geprägt.

Zum Zeitpunkt der Entstehung dieses Handbuchs sind die informationstheoretischen und kybernetischen Einflüsse auf die medienwissenschaftliche Theoriebildung verschwindend gering geworden, nicht zuletzt, weil die Versprechen nicht eingelöst wurden, den Menschen überzeugend in Informationsregelkreisläufen aufgehen zu lassen. Die Beschreibungen individueller, sozialer und kultureller Phänomene und Handlungen mit Hilfe mathematischer Strukturen wie Mengen, Relationen und Funktionen könnte nur gelingen, wenn die Phänomene in zuverlässige Messgrößen zerlegt und die Handlungen in klare Abbildungsvorschriften überführt würden. Dies wurde in der Geistesgeschichte regelmäßig versucht und ist ebenso regelmäßig gescheitert. Die in ihrem Anspruch unzulässig erweiterte Informationstheorie und die in ihrem Anspruch konsequent weitergeführte Kybernetik kann als bislang größte konzertierte Anstrengung gedeutet werden, den Unwägbarkeiten der *conditio humana* mit mathematisch-technischen Mitteln zu Leibe zu rücken. Diese Anstrengung hat zahlreiche technische Innovationen angetrieben und zum Teil beeindruckende selbstregulierende Systeme hervorgebracht. Ihre fruchtbarsten Anwendungen hatten und haben sie in der Beschreibung maschineller Prozesse – Informatik und Regelungstechnik sind direkte Nachfahren der Wissenschaft formaler Systeme. Für eine kulturwissenschaftlich orientierte Medienwissenschaft, die in diesem Lexikon vorgestellt wird, sind Informationstheorie und die frühe Kybernetik vor allem im Rückspiegel interessant. Hier erscheinen sie mit einem historisch einflussreichen, inzwischen aber ausschließlich zum Zweck der Abgrenzung zitierten Medienmodell von Sender-Kanal-Empfänger sowie einer verschliffenen Vorstellung von Regelkreisen. Epistemologisch stehen sie für den Versuch, soziale und kulturelle und damit auch mediale und semiotische Prozesse mittels formaler Methoden beschreibbar, verfügbar und beherrschbar zu machen. Dem Menschlichen des Menschen sind sie aber ebenso wenig näher gekommen wie sie den Geist nicht aus den Geisteswissenschaften vertreiben konnten.

Quellen

Bense, Max: *Einführung in die informationstheoretische Ästhetik. Grundlegung und Anwendung in der Texttheorie*. Reinbek 1969.

Birkhoff, G. D.: *Aesthetic Measure*. Cambridge MA 1933.

Bolz, Norbert; Kittler, Friedrich; Tholen, Georg Christoph: *Computer als Medium*. München 1994.

Frank, Helmar: *Kybernetische Grundlagen der Pädagogik*. Baden-Baden 1969.

Pias, Claus: *Die kybernetische Utopie* (2008), http://www.verbundkolleg-berlin.de/Kollegiatentage/Kollegiatentag03/Kollegiatentag%20Pias%20Stand%2008_07_03.pdf (31.03.2012)

Shannon, Claude Elwood: A Mathematical Theory of Communication. In: *Bell Syst. Techn. J.*, Vol. 27, pp. 379-423, 623-656, July, October, 1948.

Shannon, Claude Elwood ; Weaver, Warren: *Mathematische Grundlagen in der Informationstheorie*. München 1976 (engl. 1949).

Wiener, Norbert: *Cybernetics: or Control and Communication in the Animal and the Machine*, MIT press 1948.

Wiener, Norbert: *The Human Use of Human Beings: Cybernetics and Society*, Boston 1950.