



RALF BECKER

## Zahl und Bedeutung. Die Mathematisierung der Kultur

*Number and Meaning. The Mathematization of Culture*

**ABSTRACT:** In the fourth decade of XXth century modern information theory based on mathematics was being developed (Shannon). The cybernetic thought influences both biology and social sciences. It can be said that Galilean mathematization of nature as described by Husserl is followed by the mathematization of culture. Whereas in the former the perception (sensory data) is quantified, in the latter the formalization pertains to the sphere of communication (thought process). The article will reconstruct this ongoing process and pose the question regarding its limits.

**KEYWORDS:** information • communication • critical theory • culture • mathematics • neokantianism • phenomenology • science

Jede Zeit findet ihr erlösendes Wort. Die Terminologie des achtzehnten „Jahrhunderts kulminiert in dem Begriff der Vernunft, die des neunzehnten im Begriff der Entwicklung, die gegenwärtige im Begriff des Lebens“<sup>1</sup>. Dies schreibt Helmuth Plessner im Jahr 1928. Mir scheint, daß die Terminologie unserer Zeit im Begriff der Information kulminiert, der seinerseits sehr eng mit dem der Kommunikation verknüpft ist. So wie zunächst der Vernunftbegriff in den der Entwicklung (Geschichte und Evolution) und dann mit diesem in den noch umfassenderen des Lebens (schöpferisches Erleben und Kreatur) eingegangen und in ihm aufgehoben ist, so gilt nun animalisches wie menschliches Leben als ein informationsverarbeitender Prozeß der Nachrichtenübertragung, eben der Kommunikation. Information ist zudem ein Begriff, der disziplinübergreifend Natur-, Technik- und Humanwissenschaften miteinander verbindet. Im folgenden möchte ich die Entstehung dieses Paradigmas nach drei Gesichtspunkten skizzieren. Zuerst

<sup>1</sup> H. Plessner, *Die Stufen des Organischen und der Mensch. Einleitung in die philosophische Anthropologie*, 1928, *Gesammelte Werke*, hg. von G. Dux, O. Marquard und E. Ströker, Bd. 4, Frankfurt a.M. 1981, S. 37.

soll aus der Perspektive der kritischen Philosophie (Neukantianismus, Phänomenologie und Kritische Theorie) der „Denkstil“ (Ludwik Fleck)<sup>2</sup> jener Periode charakterisiert werden, die für die Etablierung des Informationsparadigmas den Boden bereitet hat. Sodann geht es um die Neubestimmung von Information als Maß für die Auswahl(un)wahrscheinlichkeit von Nachrichten im Rahmen einer mathematischen Theorie der Kommunikation. Schließlich können die Folgen der Umstellung von Leben und Verstehen auf Information und Kommunikation für die Humanwissenschaften nur noch kurz angedeutet werden. Am Ende steht eine theoretische wie praktische Mathematisierung der Kultur.

## I.

Die Einzelwissenschaften verfahren Heinrich Rickert zufolge entweder *generalisierend*, wenn sie die Erfahrungswelt als *Natur* unter ein System von *Gesetzen* stellen, oder *individualisierend*, wenn sie sie als geschichtliche *Kultur* im Hinblick auf ein System von *Werten* auffassen. Die Wissenschaften unterscheiden sich also nicht in ihrem Gegenstand, sondern durch ihre Methode. Im Gegensatz zu den Naturwissenschaften, denen das System der Gesetze immanent ist, setzen die Kulturwissenschaften zwar Werte voraus, ohne die sie „Sinn und Bedeutung“ von Werken nicht klären können; eine systematische Wertlehre aber liefert erst die Philosophie, die als „Erkenntnis der intelligiblen Welt“ das „Verstehbare“ umfassend gliedert<sup>3</sup>. Die Kulturwissenschaften haben es mit *Gütern*, die Philosophie mit den *Werten* selbst zu tun, die sich in den Gütern „verkörpern“. Eine wesentliche Differenz in jener Gliederung des Verstehbaren besteht in dem Unterschied zwischen solchen Gütern, die einen *Eigenwert* besitzen, und jenen, „denen Wert nur als Mittel zukommt“. Güter mit *Eigenwert* sind „z.B. Wissenschaft, Kunst, Familie, Volk, Recht, Staat usw.“, zu den Gütern mit *Bedingungswert* zählt Rickert „Vitalität, Wirtschaft, Technik u.a.“<sup>4</sup>. Zwischen diesen beiden Werttypen herrscht ein Wertgefälle, das die folgende Bemerkung ausdrückt: „Ein Menschenleben, das seine Bedeutung ausschließlich von Bedingungswerten her erhält, kann nur in einer ‚bedingten‘ Weise als sinn- und wertvoll gelte“<sup>5</sup>. Für das weitere möchte ich dreierlei festhalten: Nach Rickert bestimmt erstens die Methode den Gegenstand.

<sup>2</sup> Vgl. L. Fleck, *Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache. Einführung in die Lehre vom Denkstil und Denkkollektiv*, 1935, Frankfurt a.M. 2012.

<sup>3</sup> H. Rickert, *Selbstdarstellung*, [in:] *Philosophen-Lexikon. Handwörterbuch der Philosophie nach Personen*, hg. von W. Ziegenfuß und G. Jung, Bd. 2, Berlin 1950, S. 347.

<sup>4</sup> *Ibidem*, S. 349.

<sup>5</sup> *Ibidem*.

Zweitens sind die naturwissenschaftliche Methode der Generalisierung und die kulturwissenschaftliche Methode der Individualisierung zu unterscheiden – daß Rickert die prinzipielle Möglichkeit einräumt, die Natur auch individualisierend und die Kultur generalisierend zu betrachten, können wir vorerst außer Acht lassen<sup>6</sup>. Drittens sind Werte in Gütern verkörpert, die wiederum die Lebenswirklichkeit und das Selbstverständnis der Menschen bestimmen; Wissenschaft ist ein Eigenwert, Technik hingegen ein Bedingungs Wert.

In Rickerts Todesjahr (1936) veröffentlicht sein Freiburger Lehrstuhlnachfolger Edmund Husserl eine Schrift über *Die Krisis der europäischen Wissenschaften und die transzendente Phänomenologie*, die in der Belgrader Exilzeitschrift *Philosophia* erscheint<sup>7</sup>. Husserl rekonstruiert die Geschichte der neuzeitlichen Naturwissenschaft als einen Prozeß der Mathematisierung der Natur. Er beginnt mit der antiken Feldmeßkunst und zeigt, wie sich der Übergang von der noch praktischen Annäherung an das Gerade oder das Kreisförmige zu den geometrischen Begriffen der reinen Gerade oder des idealen Kreises nur als eine *metabasis eis allo genos* vollziehen konnte: Die Grenze, die jene konkrete Näherung als bloßen Limes approximiert, wird zur selbständigen Idee. Damit ist die erste Voraussetzung für eine Mathematisierung der Natur geschaffen, da die Ausdehnung eines Objekts berechenbar geworden ist, z.B. als Kreisumfang oder Winkel. Doch erst das neuzeitliche Denken geht dazu über, das Reale nicht mehr bloß an gedachten Ideal zu messen, sondern das ideale Maß zu naturalisieren. Diesen Schritt verbindet Husserl mit Galilei, der auch den qualitativen Aspekt der Erscheinung (z.B. ihre Farbe) dadurch mathematisiert, daß er ihn als sekundäre Wirkung einer primär quantitativ beschreibbaren Ursache deutet. So führen wir heute z.B. die Farbqualität auf eine bestimmte Wellenlänge des Lichts zurück, die selbst rein quantitativ (als Sinusfunktion) beschrieben werden kann. Aus der Physik sind damit alle Qualitäten eliminiert und auf rein formal-symbolische Zahlverhältnisse reduziert. Die qualitative Seite unserer Wahrnehmung ist fortan nur noch Gegenstand der Psychologie.

<sup>6</sup> Vgl. H. Rickert, *Die Grenzen der naturwissenschaftlichen Begriffsbildung. Eine logische Einleitung in die historischen Wissenschaften*, 1896/1902, Tübingen 1929, S. 29: „Die Natur im Gegensatz zur Kultur kann nämlich nicht nur generalisierend, sondern auch individualisierend, und ebenso kann die Kultur sowohl individualisierend als auch generalisierend dargestellt werden“. – Dieses umfangreiche Werk hat Rickert Max Weber gewidmet.

<sup>7</sup> Die Zeitschrift wurde von dem Neukantianer Arthur Liebert herausgegeben, ihr erster Band mit Husserls Abhandlung, die auf Vorträge in Prag und Wien aus 1935 zurückgeht, erschien im Januar 1937.

Mit der Mathematisierung der Natur geht nun trotz ihres großen Erfolges für den naturwissenschaftlichen Erkenntnisfortschritt eine doppelte Krise einher: eine Krise der Wissenschaft selbst, wenn diese mit empirischer Tatsachenwissenschaft gleichgesetzt wird (Positivismus) und eine Krise der Lebenswirklichkeit in der hochgradig von Wissenschaft und Technik geprägten Kultur (Szientismus). Husserl hält dem Positivismus vor, daß er die ursprünglich technische Funktion der Methode vergißt, aufgrund einer Idealisierung den Gegenstand für Messung und Berechnung zugänglich und für Vorhersagen in Form von Naturgesetzen geeignet zu machen. Unter der Hand tritt der methodisch präparierte Gegenstand an die Stelle des in originärer Anschauung gegebenen. So kommt es zu der naiven Vorstellung, daß physikalische Tatsachen einfach vorliegen würden und nicht, wie schon der Ausdruck anzeigt, auf eine Tat zurückzuführen sind. Die Fakten (von *facere*) der exakten Naturwissenschaften sind zu Zwecken der Meßbarkeit hergestellte E-l-a-b-o-r-a-t-e. Physikalische Objekte gibt es mithin nur für eine Physik.

Die Gleichsetzung der mathematischen Methode mit wissenschaftlicher Methode überhaupt und ihre Erhebung zur echten *mathesis universalis* diskreditiert die Metaphysik als unwissenschaftlichen Hokusfokus. Hierin sieht Husserl den gemeinsamen Ursprung der beiden Krisen in der Wissenschaft und in der gesellschaftlichen Lebenswirklichkeit. Denn durch den positivistischen Angriff auf die Metaphysik wird auch den von ihr behandelten, die ‚Tatsachen‘ transzendierenden Sinnfragen die Berechtigung abgesprochen, Erkenntnisprobleme zu sein. Das wirkt sich in der modernen szientifisch geprägten Kultur aber auf das Leben der Menschen aus: „Bloße Tatsachenwissenschaften machen bloße Tatsachenmenschen“<sup>8</sup>. Wenn die Wissenschaft ausschließlich selbst zu einer Technik des rein operationalen Verstandes wird, dann schlägt dies in ein Denken um, das – mit Rickert gesprochen – Bedingungswerte zu Eigenwerten adelt. Dem entgegen verfolgt bereits der Göttinger Husserl das Anliegen, „den Verstand eben zur Vernunft zu bringen“<sup>9</sup>.

Hier ergibt sich eine bemerkenswerte Parallele zu Arbeiten Max Horkheimers, die nur wenige Monate nach Husserls *Krisis*-Abhandlung in der *Zeitschrift für Sozialforschung* (ebenfalls im Exil) erscheinen: die ‚Gründungsurkunde‘ der Kritischen Theorie „Traditionelle und kritische

<sup>8</sup> E. Husserl, *Die Krisis der europäischen Wissenschaften und die transzendente Phänomenologie. Eine Einleitung in die phänomenologische Philosophie, Husserliana. Gesammelte Werke*, Bd. 6, hg. von W. Biemel, Haag 1954, S. 4.

<sup>9</sup> *Idem*, *Die Idee der Phänomenologie. Fünf Vorlesungen, Husserliana. Gesammelte Werke*, Bd. 2, hg. von W. Biemel, Haag 1958, S. 62.

Theorie“ sowie „Der neueste Angriff auf die Metaphysik“<sup>10</sup>. Auch Horkheimer wehrt sich gegen die Anmaßungen des Positivismus: „Es wird behauptet, der Sinn aller Begriffe der Wissenschaft sei durch physikalische Bestimmungen zu definieren, und davon abstrahiert, dass schon der Begriff des Körperlichen im physikalischen Verstand ein sehr besonderes subjektives Interesse, ja die gesamte gesellschaftliche Praxis involviert“. Diesem Satz fügt Horkheimer – offenbar während der Fahnenkorrektur – die Fußnote hinzu:

Die philosophischen Folgen des Umstands, dass die puren körperlichen Dinge der Physik in Abstraktion von allem Subjektiven, von der gesamten menschlichen Praxis, wie konkrete Realitäten genommen werden, erörtert E. Husserl in einer soeben erschienenen Arbeit [d.i. die *Krisis*-Schrift]. Sie ist mir erst nach der Abfassung des obigen Artikels bekannt geworden. [...] Bei aller Gegensätzlichkeit der Denkart Husserls zu der hier vertretenen Theorie hat seine Altersstudie mit ihrer höchst abstrakten Problematik mehr mit den gegenwärtigen geschichtlichen Aufgaben zu tun als der sich zeitgemäß dünkende Pragmatismus oder das vermeintlich dem ‚Mann am Schraubstock‘ angepasste Reden und Denken mancher jüngeren Intellektuellen, die sich schämen, es zu sein<sup>11</sup>.

Mit Husserl verbindet Horkheimer und Marcuse (dieser rezensiert im selben Band die ‚Altersstudie‘ seines akademischen Lehrers)<sup>12</sup> die Einsicht, daß die Herrschaft einer Methode über alle anderen zum Vergessen ihrer Ursprünge in einer lebensweltlichen Praxis führt. Wenn Natur nichts mehr anderes ist als das, was sich gemäß der messend-rechnenden Methode aussagen läßt und wir uns selbst als bloße Naturwesen auffassen, dann *b e h a n d e l n* wir uns am Ende ebenfalls im Modus des Messens und Rechnens. Die technologisch hoch entwickelte Gesellschaft kultiviert einen *Mythos der Zahl* und ohne ihn als einen solchen zu durchschauen, affirmiert sie an seinem Gängelband das Bestehende.

<sup>10</sup> M. Horkheimer, *Der neueste Angriff auf die Metaphysik*, „Zeitschrift für Sozialforschung“ 6 (1937), S. 4–53; *idem*, *Traditionelle und kritische Theorie*, „Zeitschrift für Sozialforschung“ 6 (1937), S. 245–294.

<sup>11</sup> *Idem*, *Der neueste Angriff...*, S. 16f.

<sup>12</sup> Vgl. H. Marcuse, [Rezension von:] E. Husserl, *Die Krisis der europäischen Wissenschaften und die transzendente Phänomenologie* [usw.], „Zeitschrift für Sozialforschung“ 6 (1937), S. 414f. Vgl. außerdem den gemeinsam mit Horkheimer verfaßten Aufsatz *Philosophie und kritische Theorie*, „Zeitschrift für Sozialforschung“ 6 (1937), S. 625–647.

## II.

Nur eine Dekade nach Husserls *Krisis*-Schrift findet 1946 in New York die erste der so genannten Macy-Konferenzen statt<sup>13</sup>. Ursprünglich als „Conference for Circular Casual and Feedback Mechanisms in Biological and Social Systems“ geplant, wurde sie schließlich in „Conference on Cybernetics“ umbenannt. Einer der führenden Köpfe dieser Veranstaltung war Norbert Wiener, der die ‚Kriegswissenschaft‘ als Universalwissenschaft irenisieren wollte. Seine beiden Hauptwerke *Cybernetics or control and communication in the animal and the machine* (1948) sowie *The Human Use of Human Beings. Cybernetics and Society* (1950) entwerfen nicht nur technische Mittel zu Steuerung und Nachrichtenübertragung; Maschine, Organismus und Gesellschaft werden selbst zu Systemen, die Steuerung durch Kommunikation betreiben.

Mit der gleichen Lust und mit der gleichen Unbescheidenheit wie Freud sieht Wiener in seiner eigenen Theorie eine weitere Kränkung des menschlichen Narzißmus nach Kopernikus und Darwin<sup>14</sup>. Kopernikus hat uns aus dem Zentrum des Universums verbannt, Darwin hat uns die Krone der Schöpfung abgenommen, Freud spricht unserem Ich ab, Herr im eigenen Haus zu sein. Und so wie Freud auf das technische Modell eines psychischen Apparats und eine von der Thermodynamik inspirierte Theorie der Triebenergien zurückgreift, orientiert sich Wiener an der Nachrichtentechnik und an Marschflugkörpern. Der Mensch ist nicht nur ein Affe und wird nicht nur von seinem Unbewußten gesteuert – er ist auch eine organische Maschine. Am Anfang steht freilich nur der Vergleich – aber es ist ein Vergleich mit, in der Sprache der Kybernetik selbst ausgedrückt, Rückkopplungseffekt. Zunächst sollen genuin menschliche Leistungen wie Informieren oder Rechnen nur mit Hilfe von Maschinen erbracht werden, doch die maschinelle Effizienz kehrt die Reihenfolge um, und es ist nicht mehr bloß der Mensch, der die Technik macht, sondern die Technik, die das Bild für den Menschen liefert. Auf diese Weise verschiebt sich der Ursprungssinn von Information, der in der Praxis menschlicher Sprachspiele

<sup>13</sup> Vgl. M. Hagner und E. Hörl (Hg.), *Die Transformation des Humanen. Beiträge zur Kulturgeschichte der Kybernetik*, Frankfurt a.M. 2008. Die Autoren befinden: „Es ist bislang zu wenig zur Kenntnis genommen worden, daß kybernetische Modelle, Sprache und Ideen wenigstens zeitweise in die verschiedensten humanwissenschaftlichen Bereiche Einzug hielten“. (S. 17)

<sup>14</sup> Vgl. N. Wiener, *God and Golem, Inc. A Comment on Certain Points where Cybernetics Impinges on Religion*, Cambridge, Mass. 1964, S. 47: „If it is an offense against our self-pride to be compared to an ape, we have now got pretty well over it; and it is an even greater offense to be compared to a machine“.

angesiedelt ist, vom Quellbereich in den Zielbereich seiner Anwendung und es findet das statt, was Peter Janich die „Naturalisierung der Information“ nennt<sup>15</sup>. Plötzlich ist auch in der Natur Information – als Erbinformation in den Genen oder als neuronale Informationsverarbeitung in Gehirnen.

Diese Naturalisierung der Technik hat weitreichende Folgen, wie Hans Jonas bereits 1953 in seiner Kritik an der Kybernetik beobachtet. Es liegt eine „Ironie“ darin, „daß Naturwissenschaftler, so lange die geschworenen Feinde der anthropomorphistischen Todsünde, heute am freigiebigsten mit der Verleihung menschlicher Züge an Maschinen sind“<sup>16</sup>. Den Grund für diese fragwürdige Freigiebigkeit sieht Jonas in einer „starke[n] und, wie es scheint, unwiderstehliche[n] Neigung“ des menschlichen Verstandes, „menschliche Funktionen in den Kategorien der sie ersetzenden Artefakte und Artefakte in den Kategorien der von ihnen versehenen menschlichen Funktionen zu deuten“<sup>17</sup>. So schlägt die anthropomorphe Beschreibung der Maschine am Ende in eine technomorphe Selbstbeschreibung des Menschen um – die Idee einer künstlichen Intelligenz ist dann geradezu unausweichlich.

Entwickelt wurde der technische Informationsbegriff Anfang der 1940er Jahre an den *Bell Laboratorien* von dem Mathematiker Claude Shannon, der nach einer allgemeinen Beschreibung für Nachrichtenübertragungen zwischen einem Sender und einem Empfänger suchte. Shannons (häufig als ‚Röhrenmodell‘ bezeichnetes) Schema für ein Kommunikationssystem ist denkbar einfach und als Sender-Empfänger-Modell kanonisch geworden: Eine Nachrichtenquelle (auf personale Zuschreibungen wird vollständig verzichtet) wählt aus einer Menge möglicher Nachrichten (z.B. sprachliche) eine aus, die dann, von einem Sender (z.B. Telefon) in ein Signal (z.B. elektrische Impulse) übersetzt, als solches durch einen Kanal (z.B. Draht) zum Empfänger (z.B. anderes Telefon) übertragen wird, der es wieder in eine Nachricht zurückverwandelt und diese an das Nachrichtenziel weitergibt. Zwischen Sendung und Empfang kann es

<sup>15</sup> P. Janich, *Kultur und Methode. Philosophie in einer wissenschaftlich geprägten Welt*, Frankfurt a.M. 2006, S. 213ff.; vgl. außerdem *idem*, *Was ist Information? Kritik einer Legende*, Frankfurt a.M. 2006.

<sup>16</sup> H. Jonas, *Organismus und Freiheit. Ansätze zu einer philosophischen Biologie*, [in:] *Kritische Gesamtausgabe der Werke von Hans Jonas*, Bd. I/1, hg. von H. Gronke, Freiburg i.Br./Berlin/Wien 2010, S. 223. Gegenstand von Jonas' Kritik ist übrigens der Aufsatz von A. Rosenblueth, N. Wiener und J. Bigelow, *Behavior, Purpose and Teleology*, „Philosophy of Science“ 10, 1943, S. 18–24. Jonas erkennt, daß eine kybernetische ‚Teleologie‘ lediglich Simulakren von Lebewesen beschreiben kann, nicht aber diese selbst.

<sup>17</sup> H. Jonas, *op. cit.*, S. 207. H. von Foerster, *Wahrnehmung*, in: *Philosophien der neuen Technologie*, hg. von ARS ELECTRONICA, Berlin 1989, S. 33, hat hierfür den treffenden Ausdruck „anthropomorphia inversa“ geprägt.

zu Störungen (z.B. Rauschen) aus *Störquellen* kommen, die technisch zu minimieren sind. Semantik spielt für Shannon ebensowenig eine Rolle wie Intersubjektivität: Verstehen und das Miteinanderteilen einer intelligiblen Welt (die *communicatio*) klammert er aus, da es ihm allein um die technische Seite der Nachrichtenübertragung geht (Kanalkapazität, Codierung und Signalstörung).

Seine eigentlich mathematische Innovation besteht in der Meßbarmachung von Information anhand der Auswahl einer Nachricht bzw. eines Zeichens in einer Reihe von Ja-Nein-Entscheidungen. Eine einzige solche Entscheidung produziert einen Informationsgehalt von einem Bit. Der Ausdruck ‚Bit‘ für die Informationseinheit ist die Kurzform von *binary digit*; 1 Bit Information liegt vor, wenn das Zeichen genau zwei Zustände annehmen kann: im Binärsystem Null oder Eins, beim Münzwurf Kopf oder Zahl. Die Gesamtinformation einer Nachricht ist proportional zur Zahl der notwendigen Einzelentscheidungen sowie der jeweiligen Wahrscheinlichkeit für die Wahl eines bestimmten Zeichens. Bei *sinvollen Zeichengruppen* (Wörter, Sätze usw.) haben wir es mit einer Summe aus Teilwahrscheinlichkeiten zu tun, bei denen jede Folgewahrscheinlichkeit vom Vorgänger abhängig ist (sogenannte Markoff-Ketten). Dadurch verringert sich natürlich der Freiheitsgrad der weiteren Auswahl.

Das Maß für die Zahl der Bits, die pro Zeichen zur Verfügung stehen, nennt Shannon – einem Tip John von Neumanns folgend – Entropie. Diesen Begriff übernimmt er aus der Thermodynamik, deren zweiter Hauptsatz in lebensweltlicher Formulierung besagt, daß ohne Energiezufuhr Kälte nie in Wärme übergeht. Eine kalte Tasse Tee wird nicht von sich aus wieder heiß. Das statistische Maß, die diesen Temperaturübergang beschreibt, nennt man *Entropie*. In einem geschlossenen System kann sie nur anwachsen oder gleich bleiben. Wärme ist physikalisch betrachtet Bewegung. Was wir als Wärme empfinden, erklärt der Physiker durch die Bewegung von Molekülen. In einer Tasse Tee gibt es so viele davon, daß nicht alle einzelnen Mikrozustände berechnet werden können. Daher betrachtet die statistische Mechanik nur die Wahrscheinlichkeit dafür, daß sich das *Gesamtsystem* (Tee) zu einem bestimmten Zeitpunkt in einem bestimmten Zustand befindet. Ludwig Boltzmann definiert Entropie durch den Logarithmus der Anzahl der Möglichkeiten, einen bestimmten Makrozustand aus einer Komplexion von Mikrozuständen (die so genannte ‚mikrokanonische Gesamtheit‘ aller gleichwahrscheinlichen Mikrozustände) zusammenzusetzen. Wieder makroskopisch gesprochen: Wenn man ein Glas Eistee mit Eiswürfeln bestellt, so ist es sehr wahrscheinlich, daß die Wassermoleküle mit der Zeit ihre Anordnung in einem Kristall verlassen, sich mit den Tee-

molekülen im Glas vermischen und nahezu eine Gleichverteilung eingehen. Das Gegenteil ist unwahrscheinlich. Noch unwahrscheinlicher ist es, daß der Tee von selbst die Form von Würfeln annimmt. Der Entropiesatz ist eine physikalische Besonderheit, weil er Naturvorgängen eine Richtung gibt. Die Entropie kann in einem geschlossenen System nur zunehmen oder gleichbleiben und erreicht ihr Maximum, wenn die Wahrscheinlichkeit für das Zustandsensemble maximal ist: kalter Tee.

Shannon übernimmt Boltzmanns Formel und kalibriert sie als den Logarithmus der Anzahl der Möglichkeiten, eine Nachricht aus einer Menge von Zeichen zusammzusetzen<sup>18</sup>. Wird die Energieentropie in Joule/Kelvin angegeben, so mißt Informationsentropie Bit/Zeichen. In unserem standardmäßigen 8-Bit-Code kann ein Zeichen 256 verschiedene Zustände (Buchstaben, Ziffern, Sonderzeichen usw.) annehmen. 8 ist der Logarithmus von 256 zur Basis 2 (Ja/Nein bzw. 0/1). Bei einem 7-Bit-Code hat man entsprechend 128 Möglichkeiten für ein Zeichen usw. Die Wahlfreiheit der Nachrichtenquelle ist direkt proportional, die Menge der erhaltenen Information am Nachrichtenziel dagegen indirekt proportional zur Informationsentropie: Je niedriger die Auftrittswahrscheinlichkeit einer Nachricht ist, desto größer ist ihre Information. Diese ist daher ein Maß für reduzierte Ungewißheit.

Auch wenn der mathematische Formalismus der gleiche ist, haben Thermodynamik und Nachrichtentechnik sachlich nichts miteinander zu tun. Doch die symbolische Größe bestimmt jeweils den Logarithmus aus der Anzahl der Möglichkeiten, einen bestimmten Makrozustand aus einer Komplexion von Mikrozuständen zusammzusetzen. Daß der Makrozustand einmal Temperatur, das andere Mal eine Nachricht ist, stört den Mathematiker ebensowenig wie der Unterschied zwischen den Mikrozuständen Ort bzw. Impuls auf der einen Seite und Zeichen auf der anderen. Die Rede von einer Informationsentropie insinuiert, daß Information neben Materie und Energie eine physikalische Größe ist, daß es folglich so etwas wie Information in der Natur gibt. Shannon selbst war mit derartigen Übertragungen überaus vorsichtig und beschränkte sich, wie schon gesagt, völlig auf die

<sup>18</sup> In vereinfachter Schreibweise lautet Boltzmanns Formel für die Energieentropie:  $S = k \ln W$  (die Entropie ist proportional zum Logarithmus der Wahrscheinlichkeit für den Zustand  $W$  des Gesamtsystems;  $k$  bezeichnet die Boltzmann-Konstante mit der Einheit Joule/Kelvin). Shannons Formel für die Informationsentropie lautet (ebenfalls vereinfacht):  $H = -K \sum p_i \log p_i$  (der Betrag der Informationsentropie ist proportional zum Logarithmus der Auswahlwahrscheinlichkeit  $p$  von  $i$  Zeichen;  $K$  bezeichnet eine Konstante, die die Einheit Bit/Zeichen hat). Zum negativen Vorzeichen und seiner Deutung vgl. M. Bölker, M. Gutmann und W. Hesse (Hg.), *Menschenbilder und Metaphern im Informationszeitalter*, Berlin 2010, S. 81f.

technischen Probleme der Nachrichtenübertragung. Es war Warren Weaver, ebenfalls Mathematiker und Direktor der Abteilung für Naturwissenschaften bei der „Rockefeller Foundation“, der die Sinnverschiebung entscheidend befördert hat. Er publizierte Shannons Aufsatz, der zunächst unter dem Titel „A Mathematical Theory of Communication“ (1948) erschienen war, zusammen mit einer eigenen allgemeinverständlichen Darstellung in Buchform, nun den unbestimmten durch den bestimmten Artikel ersetzend: *The Mathematical Theory of Communication* (1949). Während Shannon Probleme der Semantik methodisch ausblendet, ordnet Weaver sie den technischen Problemen nach.

Weaver unterscheidet drei Ebenen, auf denen Kommunikationsprobleme behandelt werden können: Technik, Semantik und Effizienz. Janich erkennt darin Charles Morris' semiotische Trias von Syntax, Semantik und Pragmatik wieder<sup>19</sup>. Weaver führt allerdings diese Unterscheidung nur ein, um sie gleich wieder zu kassieren: Die „Wechselbeziehungen zwischen den drei Ebenen [sind] so beträchtlich [...], daß die Trennung in die drei Ebenen letzten Endes als künstlich und unerwünscht erscheint“<sup>20</sup>. Am Anfang steht die noch vorsichtig formulierte Behauptung,

daß die mathematische Theorie der Kommunikation [...] obwohl diese scheinbar nur auf die Probleme der Ebene A [d.i. die technische oder syntaktische Ebene] anwendbar ist, tatsächlich hilfreich und anregend auch für die Probleme der Ebenen B [d.i. Semantik] und C [d.i. Effizienz bzw. Pragmatik] ist<sup>21</sup>.

Dann läßt sich Weaver aber von einer Deutung der Entropie als einem Maß für Ordnung dazu hinreißen, in der mathematischen Theorie der Kommunikation die Grundlage einer allgemeinen Theorie der Kommunikation zu sehen. Shannons Theorie spreche „nicht nur die Sprache der Arithmetik“, sondern „auch die Sprache der Sprache“<sup>22</sup>. Mit anderen Worten, in Weavers Augen ist es mit Shannons Informationsmodell möglich geworden, Probleme der Semantik und der Pragmatik auf solche der Syntax zu reduzieren; eine Möglichkeit, die auch den strukturalistischen Linguisten Roman Jakobson offenbar sehr begeistert hat<sup>23</sup>.

<sup>19</sup> Vgl. P. Janich, *Was ist Information?...*, S. 39, 77f.

<sup>20</sup> C.E. Shannon und W. Weaver, *Mathematische Grundlagen der Informationstheorie* (Orig. u.d.T.: *The Mathematical Theory of Communication*, Urbana 1949), übers. von H. Dreßler, München 1976, S. 35.

<sup>21</sup> *Ibidem*.

<sup>22</sup> *Ibidem*, S. 39.

<sup>23</sup> Vgl. dazu S. Gerovitch, *Roman Jakobson und die Kybernetisierung der Linguistik in der Sowjetunion*, in: M. Hagner und E. Hörl (Hg.), *op. cit.*, S. 229–274, insbes. S. 233–256.

Bedenkt man außerdem, daß Weaver den Kommunikationsbegriff sehr weit faßt und unter ihm nicht nur „Sprache in Wort und Schrift“, sondern auch „Musik, Malerei, Theater und Ballet“, kurz: „alles menschliche Verhalten“ subsumiert<sup>24</sup>, dann wird deutlich, wie die Mathematisierung von der Natur auf die Kultur übergreift. Waren es dort wahrnehmbare Qualitäten (z.B. Wärme), die auf meßbare Quantitäten (z.B. Bewegung) reduziert wurden, so ist es hier verstehbare Bedeutung, die zur Information wird. Um selbst die vorwissenschaftliche, lebensweltliche Sprache mathematisch zu formalisieren, mußte zuerst die Physik den Schritt von der klassischen zur statistischen Mechanik vollziehen, die es nicht mehr mit einzelnen Körpern, sondern mit Kollektiven und Massen zu tun hat. Doch auch ihre Beschreibung durch ein mathematisches Modell konstituiert ein methodisches Abhängigkeitsverhältnis, das unumkehrbar ist. Der Physiker behandelt ein Gas oder eine Flüssigkeit so, als ob es aus Molekülen bestehen würde und als ob deren jeweilige Zustände eine ‚mikrokanonische Gesamtheit‘ bilden würden. Der Nachrichtentechniker behandelt Information so, als ob sie in einem Auswahlprozeß aus einem bestehenden Zeichenvorrat generiert würde und als ob es auf ihren Inhalt nicht ankäme. Daß gerade dies in der Praxis nicht der Fall ist, zeigt der simple Umstand, daß die Diagnose technischer Fehlfunktionen vom Nichtverstehen oder Mißverstehen ankommender Nachrichten abhängt. Dieser Praxistest fehlt jedoch der reinen Theorie. Um so folgenreicher ist daher die Sinnverschiebung, wenn sich das Theoriedesign verselbständigt und zu einem eigenen Paradigma gegenüber seiner technischen Herkunft wird.

### III.

Die Humanwissenschaften beendeten ihren „anthropologischen Schlaf“ (Foucault) nur, um in dem Traum einer „Mathematik vom Menschen“ (Lévi-Strauss) aufzuwachen<sup>25</sup>. Die Biologie profitierte von dem Informations-

<sup>24</sup> Shannon/Weaver, *op. cit.*, S. 12. Die weitere Aufzählung verrät den militärischen Kontext, in dem die mathematische Informationstheorie entstanden ist: Vorgänge, „durch die eine Maschine (z.B. ein Automat, der ein Flugzeug aufspürt und dessen wahrscheinliche Position berechnet) eine andere Maschine beeinflusst (z.B. eine Lenkwaffe, die dieses Flugzeug verfolgt)“. An dem genannten Projekt arbeitete im Zweiten Weltkrieg unter anderen auch Norbert Wiener.

<sup>25</sup> M. Foucault, *Die Ordnung der Dinge. Eine Archäologie der Humanwissenschaften*, 1966, übers. von U. Köppen, Frankfurt a.M. 2002, S. 410ff.; C. Lévi-Strauss, *Die Mathematik vom Menschen* (Orig. u.d.T.: *Les mathématiques de l'homme*, „Bulletin international des Sciences sociales“ 6 (1954): *Les mathématiques et les sciences sociales*, S. 643–653), übers. von E. Moldenhauer, „Kursbuch“ 8 (1967), S. 176–188.

paradigma wie kaum eine zweite Disziplin. Die wissenschaftsgeschichtliche und -soziologische Verschränkung von Kybernetik und Molekulargenetik in den vierziger Jahren des 20. Jahrhunderts ist gut erforscht<sup>26</sup>. Die Rede von genetischem Code – Erwin Schrödinger hat den Begriff 1944 geprägt – und genetischer Information ist für uns ganz selbstverständlich geworden. In der Psychologie folgten dem Behaviorismus *computational theories of mind*: Das Gehirn wird als ein neuronales „Netzwerk“ aufgefaßt, das Informationen verarbeitet. Wie der Anthropomorphismus der Maschine in einen Technomorphismus des Menschen umschlägt, läßt sich bereits an Weavers Konstruktion menschlicher Kommunikation erkennen: „Bei der gesprochenen Sprache ist die Nachrichtenquelle das Gehirn, der Sender sind die Stimmbänder, die den sich ändernden Schalldruck (das Signal) erzeugen, der durch die Luft (den Kanal) übertragen wird“<sup>27</sup>. Auch die Soziologie profitiert von der Mathematisierung der Kultur. Niklas Luhmann, dessen Lehrer Talcott Parsons Gast bei den erwähnten Macy-Konferenzen war, definiert Kommunikation durch die dreifache Unwahrscheinlichkeit von Erreichen, Verstehen und Erfolg – übrigens eine direkte Abbildung von Weavers Drei-Ebenen-Modell<sup>28</sup>. Als weitere Humanwissenschaften wären noch Ökonomie (Spieltheorie) und Linguistik (v.a. Jakobson) zu nennen<sup>29</sup>.

Exemplarisch für die Mathematisierung der Kultur möchte ich abschließend den Blick auf einen programmatischen Text lenken, den Claude Lévi-Strauss 1954 als Einleitung für ein Themenheft des von der Unesco herausgegebenen *Bulletin international des Sciences sociales* zu „Mathematik und Sozialwissenschaften“ verfaßt hat. In seinem Beitrag „Die Mathematik vom Menschen“ begrüßt der strukturalistische Anthropologe die Mathematisierung der Humanwissenschaften (seine Beispiele entnimmt er Psychologie, Demographie und Wirtschaftswissenschaften). Allerdings sieht Lévi-Strauss im Meßbarmachen nur einen ersten Schritt,

<sup>26</sup> Vgl. L.E. Kay, *Das Buch des Lebens. Wer schrieb den genetischen Code?*, übers. von G. Roßler, München/Wien 2001.

<sup>27</sup> Shannon/Weaver, *op. cit.*, S. 16.

<sup>28</sup> N. Luhmann, *Die Unwahrscheinlichkeit der Kommunikation*, 1981, in: *Kursbuch Medientheorie. Die maßgeblichen Theorien von Brecht bis Baudrillard*, hg. von Claus Pias u.a., Stuttgart 2002, S. 55–66.

<sup>29</sup> Hagner und Hörl, *op. cit.*, S. 17, bemerken: „Die Durchsetzung des kybernetisch-informationstheoretischen Paradigmas in der Linguistik, die für die Übertragung des kybernetischen Denkstils auf die Geisteswissenschaften im Zuge der sogenannten strukturalen Revolution (vor allem bei R. Jakobson) eine enorm wichtige Rolle spielte, ist [...] bis heute wissenschaftsgeschichtlich kaum bearbeitet worden.“ Vgl. in diesem Kontext auch C.F. von Weizsäcker, *Sprache als Information*, 1959, [in:] *idem, Die Einheit der Natur. Studien*, München/Wien 1982, S. 39–60, und M. Heidegger, *Überlieferte und technische Sprache*, 1962, hg. von H. Heidegger, St. Gallen 1989.

der noch nicht hinreicht, um die eigentliche Mathematik vom Menschen zu begründen: „Zweifellos gibt es in unseren Disziplinen viele Dinge, die man messen kann, direkt oder indirekt; aber es ist keineswegs gewiß, ob es die wichtigsten sind“<sup>30</sup>. Was zunächst wie eine Kritik an der Anwendung mathematischer Methoden in diesen Disziplinen klingen mag, erweist sich aber schnell als ein eindringliches Plädoyer, von der bloßen Quantifizierung zur eigentlichen Mathematisierung überzugehen:

Was man den experimentellen Psychologen zu Anfang dieses Jahrhunderts, den traditionellen Ökonomen und Demographen vorwerfen könnte, ist sicher nicht, daß sie zu sehr nach der Mathematik schielten, sondern eher, daß sie es nicht genug taten<sup>31</sup>.

Ihr Mangel besteht nach Lévi-Strauss darin, daß sie die neuere Mathematik von Mengenlehre, Gruppentheorie, Topologie und Spieltheorie nicht oder nicht genügend zur Kenntnis genommen haben.

Die Aufzählung dieser Felder zeigt erneut, daß die Mathematisierung sich nicht im Messen, Konstruieren und Rechnen erschöpft, sondern auf die Formalisierung von Beziehungen zwischen Klassen von Elementen zielt, um diese Beziehungen in Gleichungen und Funktionen beschreiben zu können. Ein Beispiel, an dem sich der Unterschied zwischen einfacher Quantifizierung und mathematischer Formalisierung demonstrieren läßt, ist die Messung von Intelligenz in einer IQ-Skala einerseits und der Versuch, Intelligenz in Computern künstlich zu erzeugen andererseits. Während es beim Intelligenzquotienten darum geht, ein qualitatives Fähigkeitsspektrum quantitativ meßbar und durch die Konstruktion eines indirekt quantifizierbaren ‚geistigen Alters‘ kommensurabel zu machen, will man bei der Künstlichen Intelligenz die Intelligenz selbst von ihrem menschlichen Träger isolieren, ihn sozusagen zum Argument einer eigenen (Intelligenz-)Funktion machen. Daß gerade die Träger der Eigenschaft ‚Intelligenz‘ bei der Entwicklung der IQ-Skala Anfang des 20. Jahrhunderts die entscheidende Rolle spielten, hat Stephen Jay Gould in seiner Studie *Der falsch vermessene Mensch* (1981) belegen können; Frauen, bestimmte ‚Rassen‘ und Schichten sollten, so das

<sup>30</sup> C. Lévi-Strauss, *op. cit.*, S. 181.

<sup>31</sup> *Ibidem*, S. 182. „Der Grund für die großen Schwierigkeiten in der Vergangenheit war der qualitative Charakter unserer Studien. Um sie einer quantitativen Behandlung unterziehen zu können, mußte man entweder mogeln oder sie hoffnungslos arm machen. Heute jedoch gibt es zahlreiche Zweige der Mathematik (Mengenlehre, Gruppentheorie, Topologie), deren Gegenstand es ist, strenge Beziehungen herzustellen zwischen Klassen, deren Individuen durch unstetige Werte voneinander getrennt sind; gerade diese Unstetigkeit ist eine der wesentlichen Eigenschaften der Gesamtheiten, die im Verhältnis zueinander qualitativ sind, und darin lag ihr angeblich ‚unwägbarer‘, ‚unaussprechlicher‘ Charakter“ (S. 183).

in die Forschung implementierte Vorurteil nicht weniger Psychologen, von Geburt an ein geringeres Maß an Intelligenz besitzen als die jeweilige Vergleichsgruppe<sup>32</sup>. Die funktionale Formalisierung von Intelligenz dagegen ist bestrebt, die Intelligenzleistung in trägeru n a b h ä n g i g e Algorithmen, also logische Kalküle zu transformieren, man könnte auch sagen: aufzulösen.

Lévi-Strauss' Mahnung, „daß die jungen Sozialwissenschaftler künftig eine solide und moderne mathematische Grundlage besitzen müssen, um nicht von der wissenschaftlichen Szene hinweggefegt zu werden“<sup>33</sup>, ist zweifellos erhört worden. Es ist das neue Paradigma einer breit angelegten – mathematischen oder nach dem Muster der Mathematik operierenden – Formalisierung, die Foucault 1966 das ‚Ende des Menschen‘ verkünden und Lyotard 1979 die *condition postmoderne* bestimmen läßt<sup>34</sup>. Der Mensch denkt sich nicht nur nach dem Vorbild seiner eigenen technischen Artefakte – er denkt sich als das Argument einer technisch modellierbaren Funktion, die er lediglich sättigt. An seine Stelle tritt das „anonyme System ohne Subjekt“, in dem „Ensembles von Strukturen“ unser Selbstverständnis modulieren<sup>35</sup>. Die ‚Mathematik vom Menschen‘ ist keineswegs auf das Feld der Humanwissenschaften beschränkt, sondern dringt in der „informatisierten Gesellschaft“ (Lyotard) auch in jenes Universum der Selbstverständlichkeiten ein, das Husserl die Lebenswelt nannte. In ihrem Horizont geht es um nichts Geringeres als um unser Selbstverständnis als menschliche Personen. ∞

RALF BECKER – Prof. dr hab., wykłada na stanowisku profesora wizytującego w Uniwersytecie w Ulm. Zainteresowania naukowe: filozofia nauki, metafizyka, epistemologia, filozofia kultury, antropologia filozoficzna, etyka.

RALF BECKER – Prof. Dr. phil. habil., teaches as a Guest Professor at University of Ulm. Research interests: philosophy of science, metaphysics, epistemology, philosophy of culture, anthropological philosophy, ethics.

<sup>32</sup> Vgl. S.J. Gould, *Der falsch vermessene Mensch* (Orig. u.d.T.: *The Mismeasure of Man*, New York 1981), Frankfurt a.M. 2007. Gould hält es für eine „Mystik der Wissenschaft“, in Zahlen „die endgültige Nagelprobe auf Objektivität“ zu sehen. Vielmehr seien „quantitative Daten kulturspezifischen Zwängen genauso unterworfen [...] wie jeder andere Aspekt der Wissenschaft“, so daß sie „keinen besonderen Anspruch auf letzte Wahrheit erheben“ können (S. 21f.).

<sup>33</sup> C. Lévi-Strauss, *op. cit.*, S. 188.

<sup>34</sup> Vgl. J.-F. Lyotard, *La condition postmoderne. Rapport sur le savoir*, Paris 1979. Zu ergänzen wäre noch R. Barthes, *Le bruissement de la langue*, Paris 1984. Anders als Shannon, von dem er auch das Auswahlprinzip (der den Autor ersetzende leidenschaftslose Schreiber schöpft nicht aus Stimmungen, Gefühlen oder Eindrücken, sondern aus einem Wörterbuch) übernimmt, ist Barthes gerade nicht an einer Beseitigung des Rauschens interessiert.

<sup>35</sup> M. Foucault, *Schriften in vier Bänden. Dits et Ecrits*, Bd. 1 (1954–1969), hg. von D. Defert und F. Ewald, übers. von M. Bischoff u.a., Frankfurt a.M. 2001, S. 666, 779.