Kognitive Kybernetik

Der reine Verstand sondert sich nicht allein von allem Empirischen, sondern sogar von aller Sinnlichkeit völlig aus. Er ist also eine für sich selbst beständige, sich selbst genügsame, und durch keine äußerlich hinzukommenden Zusätze zu vermehrende Einheit.
I.Kant, Kritik der reinen Vernunft, 1781

Denken ist nicht das Suchen nach Sinn und Wahrheit, sondern Streben nach Bestätigung.

Einführung 2
Physikalische Kybernetik 12
Technische Kybernetik 19
Kognition und Zeichen 29
Kognitive Kybernetik 54
Rückwirkung und Rückkopplung 108
Daten- und Signalvergleiche 124
Redundanz im Überfluss 140
Navigation zur Zielerreichung 134
Kybernetik, Psychologie und Rationalität 159
Körper und Geist 178
Über den Ursprung von Sprache 224
Gedanken zur Ethik 242
Kybernetischer Naturalismus 257
Natur- und Lebenswissenschaft 276
Nachwort 285
Zusammenfassung 290

München 2012

Einführung

Computergesteuerte Geräte und Maschinen gehören heute zum Alltag jedes Menschen und schon Kinderspielzeug wird mit scheinbar intelligenten Funktionen ausgestattet. Zum Standardhaushalt des berufstätigen Single gehören die intelligente Waschmaschine und der intelligente Kaffeeautomat. Der Unterschied zwischen Mensch und Maschine hinsichtlich bestimmter Fähigkeiten zur Lebensbewältigung wird immer kleiner. Die Vision ist, dass Maschinen ausreichend Intelligenz bekommen, um Aufgaben von Menschen übernehmen und selbstständig operieren zu können. Der Gipfel wäre erreicht, wenn die Maschinen nicht nur die von den Konstrukteuren und Anwendern oder Bedienern vorgegebenen Befehle oder Programme ausführen würden, sondern eigenmächtig über vernünftig, nützlich und notwendig oder gar über gut und böse entscheiden und danach handeln könnten. Alles was dafür notwendig und wesentlich ist, lässt sich als Kybernetik zusammenfassen. Im Flugzeug, in Kernkraftwerken und auf der Intensivstation ist sie unverzichtbar, weil Menschenleben davon abhängen.

Der Begriff der Kybernetik stammt bekanntlich vom griechischen Wort für Steuermann, wurde Mitte des 19. Jahrhunderts von einem polnischen Philosophen geprägt und von dem Mathematiker Norbert Wiener (1896-1964), im Verlauf seiner Arbeiten an Rechenmaschinen und Waffensystemen sowie neurophysiologischen Studien, 1948 durch sein Aufsehen erregendes Werk "*Cybernetics or the science of communication and control in the animal and machine"* in Wissenschaft und Technik eingeführt. Während sich der Begriff selbst erst in letzter Zeit durchsetzen

konnte, hat die Kybernetik als Steuerungs-, Regelungs- und Automatisierungstechnik die moderne Welt mit ihren technologischen Produkten des Verkehrs, der Raumfahrt, der Medizin, der Computer und der Kommunikation erst möglich gemacht und hat sie längst geprägt. Jedes Schulkind ist heute mit Computer und Roboter vertraut. Kybernetik ist ein abstraktes Konzept zur Leitung oder Lenkung von Systemen, mit dessen Hilfe viele Erscheinungen der technischen wie auch der lebenden Welt erklärbar und beschreibbar werden, das aber nicht selbst ein Naturgesetz ist. Im Zeitalter des Global Positioning Systems für jedermann ist Kybernetik am anschaulichsten als untrennbare Kombination von Fahrzeugführung und Navigation mit Ortsbestimmung erklärbar. Charakteristikum für kybernetische Systeme ist die funktionale Kommunikation mit ihrer Umwelt und die autonome Entscheidungs-fähigkeit.

Was soll nun der Begriff "Kognitive Kybernetik" bedeuten? - Es soll hier zunächst ein Arbeitsbegriff sein für eine bestimmte Überlegung. Diese geht aus von der Definition und Beschreibung von drei grundsätzlich verschiedenen Formen der **Systemkybernetik**: das sind die gesetzmäßigen Ursache-Wirkungs-Beziehungen in der unbelebten Natur als *Physikalische* Kybernetik, die klassische Steuerungs- und Regelungstechnik, oder zusammenfassend die Leittechnik, neuerdings noch mehr die Automatisierungstechnik und die Robotik, als *Technische* Kybernetik und schließlich charakteristische Fähigkeiten höherer Lebewesen, insbesondere der Geist des Menschen mit Wahrnehmungen, Gedanken, Erwartungen, Intentionen, Plänen und Zielen, eben als *Kognitive* Kybernetik. Im engeren Sinn umfasst die Kognitive Kybernetik die

Planung, Ausführung, Erfolgskontrolle und Korrektur zielgerichteter Handlungen. Die Grundlage jeder Form von Kybernetik bilden die logischen Gesetze der Kommunikation, welche von einem kybernetischen System zur Außenwelt und zwischen den Teilsystemen stattfindet, sowie die Formen der zugehörigen Übertragungswege. Die Kommunikations-prozesse bilden Schnittstellen zwischen Systemen.

Das grundlegende Werk für die Kommunikations- und Informationstheorie stammt aus dem Umfeld und der Zusammenarbeit der Gründer der Kybernetik, von dem vielseitigen Mathematiker Claude Shannon (1916-2001) und Warren Weaver (1894-1978): *A Mathematical Theory of Communication, 1949*. Zu diesem Kreis wichtiger Köpfe gehörten außerdem die Physiologen W.S. McCulloch und Arturo Rosenblueth, der Ingenieur Julian Bigelow, die Mathematiker John von Neumann und Walter Pitts, der Wissenschaftsmanager Vannevar Bush, der Genetiker John B.S. Haldane. Eine einflussreiche Rolle für die Entwicklung der Kybernetik spielte der sogenannte "Wien-Zirkel im Exil", eine lockere Zusammenkunft von Forschern verschiedener Disziplinen, großenteils als Emigranten aus Europa.

Der *struggle for life* zwingt jedes Individuum zur Kommunikation mit seiner Lebenswelt. Die in technischen wie in biologischen Systemen notwendige Kooperation, Koordination und Synchronisation von Prozessen ist Zweck der Kommunikation und Gegenstand der Kybernetik. Es muss ausdrücklich betont werden, dass biologische Organismen nicht wirklich als Systeme im Sinne der Technischen Kybernetik betrachtet werden dürfen, sondern dass Organismen vielmehr eine eigene Kategorie von Strukturalität, Komplexität

und Funktionalität bilden. Die ersten Vorbereiter der Kybernetik in der Biologie waren die Physiologen Claude Bernard (1813-1878), von dem der Begriff des "milieu intérieure" stammt, und der Begründer der Homöostase Walter Cannon (1871-1945). Klassische kybernetische Prozesse unterscheiden sich von homöostatischen Prozessen nur dadurch, dass erstere nach Erreichen des Zieles oder aus anderen Gründen beendet werden. Nach der Veröffentlichung von Wieners Werk wurden die Konzepte der Kybernetik in die Molekularbiologie aufgenommen unter anderen von Jacques Monod (1910-1976) mit seinem Werk "Zufall und Notwendigkeit" und in die Verhaltensforschung von dem Anthropologen Gregory Bateson (1904-1980). In der amerikanischen Psychologie ist von William T. Powers (*1926) die *Perceptual Control Theory* entwickelt worden, die im Kern besagt, dass Verhalten und Wahrnehmungen in einer zirkulären Kausalität stehen. Seine Hauptthese ist, dass die Sinnesaktivitäten des Organismus (perceptions) vom Verhalten gesteuert werden im Hinblick auf die Erhaltung der Lebensfähigkeit und umgekehrt die sensorischen Meldungen das Verhalten hinsichtlich der Sinnesaktivitäten steuern. Das Verhalten ist demnach eine Funktion der angestrebten und der tatsächlichen sensorischen Meldungen.

Zu den Ursprüngen und Grundlagen der Kognitiven Kybernetik im weiteren Umfeld gehören die Instinkttheorien, sowie die Motivations- und die Emotionspsychologie. Frühe Beiträge dazu sind die *Principles of Psychology* von William James (1842-1940), die *Educational Psychology* von dessen Schüler und Lerntheoretiker Edward Thorndike (1874-1949) und *An Introduction to Social Psychology* von William McDougall (1871-1938), der mit diesem Werk zu den Begründern der modernen

Evolutionären Psychologie gehört. Den Gegensatz dazu bildete die inzwischen in den Hintergrund verdrängte Lehre des Behaviorismus, die Lebewesen einschließlich des Menschen generell als Verhaltens-Lern-Automaten bzw. als Blackbox nach dem Prinzip Stimulus-Response betrachtete. Ein Jahr nach James vollendete der amerikanische Psychologe E.B.Delabarre seine Dissertation "Über Bewegungs-empfinden", in der er die Bedeutung der Körperbewegungen für die Wahrnehmung der Welt untersuchte.

Ein fast vergessener Vorläufer der Kognitionswissenschaften ist der in Auschwitz ermordete Psychologe und Philosoph Otto Selz (1881-1943), der sowohl auf die Wissenschaftstheorie und evolutionäre Erkenntnistheorie von Karl Popper (1902-1994) als auch auf Pioniere der Künstlichen Intelligenz wie Newell&Simon gewirkt hat. Da Selz das Denken als problemlösende Operation oder Handlung auffasste und ihm eine Zielsetzung unterstellte, muss man ihn als Denkpsychologen auch zu den Vorläufern der Kybernetik zählen. Ebenso wie Selz entstammt der Kommunikationspsychologe Karl Bühler (1879-1963) der Würzburger Schule, dessen Sprachtheorie von 1934 zu den Gründungspfeilern der Kognitiven Kybernetik zu zählen ist und als Vorläufer für L.Wittgensteins (1889-1951) Sprachspiele und J.L.Austins (1911-1960) Sprechakttheorie bis zur Theorie des kommunikativen Handelns von Jürgen Habermas (*1929) reicht. Naturwissenschaftliche Grundlagen zur Erkenntnistheorie lieferte der Entwicklungspsychologe und Philosoph Jean Piaget (1896-1980), der damit als Vorläufer des Konstruktivismus gilt. Den vorläufig letzten Schritt der Entwicklung in der Psychologie bildete das Werk *Cognitive Psychology* (1967) von Ulrich Neisser, indem er die

Einzelperspektiven Behaviorismus, Psychoanalyse und Informationsverarbeitung zu einem funktionalen System integrierte.

In Gruppen, Populationen, Schwärmen und Gesellschaften mit autonomen Individuen gibt es Mechanismen des kollektiven Verhaltens, die man in Abgrenzung zur Systemkybernetik als **Soziokybernetik** bezeichnen kann. Eine ihrer wichtigsten Formen ist die der biologischen Evolution nach Darwin (1809-1882) mit Variation und Selektion und einer ihrer terminologischen Begründer ist der Biologe Jakob von Uexküll (1864-1944) mit seinem Konzept der subjektiven Umwelt und des Funktionskreises mit Merkwelt und Wirkwelt, was in moderner Wortschöpfung als "niche construction" bezeichnet wird. Bedeutende Beiträge lieferten auch der Entdecker der Gruppendynamik Kurt Lewin (1890-1947), der Biologe Ludwig von Bertalanffy (1901-1972) mit seiner allgemeinen Systemtheorie und dem Begriff des Fließgleichgewichts offener Systeme, sowie Anatol Rapoport (1911-2007) zur Lösung sozialer Konflikte, ausgehend von biomathematischen und spieltheoretischen Überlegungen. In neuerer Zeit haben sowohl systemtheoretische als auch sprachkritische Theorien an Bekanntheit gewonnen, die in der Theorie sozialer Systeme von Niklas Luhmann (1927-1998) und dem symbolischen Interaktionismus von George Herbert Mead (1863-1931) und Herbert Blumer (1900-1987) ihren Ausdruck fanden. Letzterer sieht die Begründungen für Verhaltensformen der Menschen in den Bedeutungen der Dinge, die ihr Leben berühren. Die Bedeutungen entstehen durch soziale Interaktion und können im Umgang mit den Dingen modifiziert werden. Jürgen Habermas hat die Überlegungen Meads aufgenommen und in seiner Theorie des kommunikativen Handelns weiterentwickelt. Dass es Systemkybernetik

innerhalb der Soziokybernetik wie umgekehrt Soziokybernetik innerhalb der Systemkybernetik geben kann, bedarf keines besonderen Nachweises, denn ihre Vernetzung ist geradezu eine pragmatische Notwendigkeit. In jüngster Zeit findet der soziale Anteil zunehmende Beachtung, die sich in der Etablierung der "sozialen Neurowissenschaft" ausdrückt.

Die Einteilung macht nur Sinn, wenn von Differenzen und Gegensätzen zwischen den drei Formen der Systemkybernetik ausgegangen wird. Die Differenzen manifestieren sich in der Zielstrebigkeit technischer und kognitiver Systeme im Gegensatz zur Balancestrebigkeit - als Tendenz zu einem Gleichgewichtszustand - natürlicher Systeme bzw. dem Streben zur Homöostase biologischer Systeme. Das Leben erscheint an seinen Oberflächen als ein geordnetes, ununterbrochenes und beobachtbares Nacheinander funktionaler, zweckhafter Ereignisse, während die sichtbare physikalische Wirklichkeit von einem stur gesetzmäßigen, manchmal zufällig erscheinenden Nebeneinander und Übereinander von Wirkungen erzeugt wird.

Die intellektuellen und kulturellen Leistungen der Menschheit stehen nicht im Programmheft der Evolution. Sie sind Nebenwirkungen vieler, für die Bewältigung des Lebens günstiger Entwicklungsschritte. Damit verbunden ist die funktionalistische Deutung der Welt und des Weltgeschehens. Die **Weltfrage** ist, wie aus den dummen Kräften der Physik intelligente Lebewesen hervorgehen können, oder in welchem Verhältnis die Kausalität des Naturgeschehens und die Finalität des menschlichen Bewusstseins zueinander stehen. Dieser **Übergang von der Physikalischen zur Kognitiven Kybernetik** ist ein wesentlicher Teil des Mysteriums des

Lebens und soll als Inversion der Kybernetik im Brennpunkt dieser Kollektion und Kompilation von Überlegungen stehen. Diese Inversion verläuft parallel zum Übergang von der Natur zur Kultur. Es sollen nicht die Ergebnisse der Gehirnforschung dazu präsentiert werden, zumal sie noch keine Antwort hat auf diese Frage, sondern es sollen einige grundsätzliche Erkenntnisse und Ideen skizziert werden, die ihrerseits Implikationen für die Erforschung des Gehirns als Werkstatt der Kognition haben können. Es geht auch nicht darum, Bewusstsein zu erklären, denn das ist gerade eines der Phänomene als Konsequenzen der Inversion. Das Verständnis der Kognition an sich wird zweifelsfrei praktische Auswirkungen haben auf Technologien wie Mensch-Maschine-Interaktionen, auf sämtliche Humanwissenschaften, auf den Wissenschaftsbetrieb selbst und in fernerer Zukunft auch auf Medien, Weltanschauung und Kultur überall auf dem Globus.

Eine Tatsache ist, dass die reflexive Betrachtungsweise des menschlichen Geistes hochgradig irreführend ist, was die Geschichte der Philosophie und der Psychologie bis heute deutlich zeigen. Die Gewohnheit, vom Gebrauchszweck eines technischen Systems auf sein Konstruktionsziel zu schließen, also zu glauben, dass ein System für das konstruiert ist, wozu es benutzt wird, ist für die natürliche Evolution jedoch unzulässig, aber neben Theologen auch für Biologen und andere Welterklärer verführerisch naheliegend. Die Natur operiert nicht mit den Begriffen der Menschen und sie funktioniert keineswegs so wunderbar und rationell, wie oft behauptet wird, weil die Selektion im Verlauf der Evolution nicht notwendig zur besten aller Möglichkeiten führen muss. Multifunktionalität von Organen und Gliedern - zuallererst der Mund des Menschen zum essen, trinken, atmen,

schmecken, sprechen, küssen - ist ein eklatantes Kennzeichen der biologischen Evolution komplexer Organismen und steht in krassem und logischem Widerspruch zu den Prinzipien von Design, Optimierung, Perfektion und Entelechie. Die Genese des individuellen Lebens wie auch des individuellen Bewusstseins ist ein Bootstrapping-Prozess mit einem natürlichen Anfang und mit Entwicklungsschritten, die von jeder erreichten Stufe die jeweils nächste Stufe aus sich selbst heraus generieren. Um Leben, Geist und Bewusstsein verstehen zu können, muss man sich daher zuerst vom historischen Sprachgebrauch, von vorurteilsbeladenen oder zweckbestimmten Denkweisen und von Metaphern aus Kultur und Technik gründlich lösen - um sie dann durch andere zu ersetzen.

Man darf davon ausgehen, dass der Geist anders funktioniert, als es ihm selbst an seiner Oberfläche erscheint und dass er irdischer ist, als manchem Geist lieb ist. Obwohl er offensichtlich eine immanente Möglichkeit der Natur ist, gibt es gute Gründe zu der Annahme, dass er eine äußerst zufällige, willkürliche und fragile Laune der Evolution ist. Daher ist es verwunderlich, dass es immer noch Philosophen, Geistes- und sogar Naturwissenschaftler gibt, die dem Geist mystische, metaphysische oder spirituelle Eigenschaften zuschreiben und seine Ursprünge im Göttlichen, Geheimnisvollen oder Übernatürlichen suchen.

Die Auflösung des dualistischen Problems von Körper und Geist oder Leib und Seele liegt einzig in der Extension des Naturbegriffes zur umfassenden Integration des Menschwesens. Geist ist in seinen funktionalen Grundlagen und Bedingungen Teil der Natur. Zur Bestätigung sind naturwissen-schaftliche, integrative, die verschiedenen Ebenen der Phänomene

menschlichen Lebens verbindende Begriffe, Beschreibungen und Erklärungen notwendig. Wie ein Hamburger im Sandwich liegt die Kognitive Kybernetik zwischen der normativ-holistischen Sichtweise von Theologie, Soziologie, Technologie und Psychologie als Kulturalismus einerseits und der deskriptiv-reduktionistischen Sichtweise von Biologie, Physiologie und Neurologie als Naturalismus andererseits.

Von den Bewegungsformen der Vögel zum Beispiel ist der Begriff des natürlichen Fliegens abgeschaut. Das Fliegen des Menschen mit Fluggeräten beruht auf den physikalisch-technischen Funktionen Auftrieb und Antrieb. Die Abstraktion davon hat dem Begriff des Fliegens eigene Konnotationen verliehen wie "Freiheit über den Wolken", "die Zeit vergeht wie im Flug" oder psychische Phänomene wie den "Jetlag", ohne dass dadurch ein physikalisch-psychischer Dualismus des Fliegens begründet würde. So frei und kunstvoll sich der Flieger im Flug bewegen kann, so kann er den Bezug zur umgebenden Luft und zum Erdboden doch nie verlieren. Es muss daran gearbeitet werden, die gedankliche und begriffliche Kluft zwischen den Beschreibungsebenen von Körper und Geist oder Natur und Kultur ebenso zu überwinden.

Ich glaube, die Kybernetik ist der größte Bissen aus der Frucht vom Baum der Erkenntnis, den die Menschheit in den letzten zweitausend Jahren zu sich genommen hat.

Gregory Bateson, Anthropologe und Kybernetiker

Physikalische Kybernetik

Die Funktionsweise der Natur hat ihren Ursprung in den bekannten Kräften der Physik, also der Gravitation, der elektromagnetischen Wechselwirkung und der im 20.Jhdt. entdeckten starken und schwachen Kernkräfte. Sie alle sind dadurch gekennzeichnet, dass sie keine Ziele verfolgen oder vorbestimmten Zwecken unterliegen, denn sie wirken immer und überall ohne Unterschied in derselben Weise und sie sind weder veränderbar noch beeinflussbar. Sie können nicht ausgeschaltet und sie müssen nicht eingeschaltet werden. Die Vielfältigkeiten und Variabilitäten ihrer Erscheinung, mithin die Kontingenzen der beobachtbaren und erlebbaren Welt, beruhen auf der Überlagerung der verschiedenen Kräfte mit antagonistischer Wirkung sowie unterschiedlicher Stärke und Reichweite und auf der unermesslichen Anzahl der Kraftträger. Sie können dadurch Strukturen und Muster bilden und auf dieser Grundlage Leben hervorbringen - und sie können und sie werden es wieder vernichten. Ihre Wirkung erfolgt entlang von Kraftlinien, Gradienten, Potentialgefällen, Spannungsfeldern, Konzentrationsdifferenzen und ähnlichen. Im Zentrum stehen die Gesetze der Bewegungen, die Erhaltungssätze der Thermodynamik und die Atom- und Quantenphysik. Aber auch Elektrostatik, Trägheit, Reibung u.a. - gewissermaßen Primitive der Physik - sind omnipräsente und bestimmende Mechanismen der Physikalischen Kybernetik. Charakteristikum ist einmal, dass der Wechsel von einem Ausgangszustand in einen Folgezustand nur vom Ausgangszustand abhängig ist und eine asynchrone Kommunikation realisiert; desweiteren, dass die Funktionsweise des Großen bereits in der Funktionsweise der kleinsten Teilchen begründet ist (Bottom-up-Konstruktion).

Jedes Kind schon macht Erfahrungen mit der feindseligen Spannung zwischen Fett und Wasser. In der Schule dann lernt man die Ursachen dafür kennen, die in den elektrophysikalischen Eigenschaften der beteiligten Stoffe liegen. Diese sind es, auf denen alles Leben gegründet ist, indem sie beständige Grenzflächen zwischen Wasser und hydrophoben Kohlenstoffverbindungen wie Fette, Lipide und Proteine schaffen, so dass Zellmembrane und Zellstrukturen als Fabrikhallen des Lebens entstehen können. Aus diesem Grund ist Leben höchstwahrscheinlich im Meer entstanden, von wo es sich über die Welt ausbreiten konnte. In physikalischen Naturprinzipien der Diskrimination wie hydrophob/hydrophil oder attraktiv/repulsiv, unter dem universalen Dach der attraktiven Gravitation, steckt das Grundprinzip der biologischen Selbstorganisation. Es war die Physikalische Kybernetik, die das ursprüngliche Leben auf natürliche Weise hat entstehen lassen. Vermutlich waren es regelmäßig und periodisch aktive Erscheinungen wie Gezeiten, Geysire oder sogenannte black smokers der Tiefsee, die Kohlendioxid, Methan und Stickstoff der damaligen Atmosphäre mit Schwefel, Phosphor, Calcium, Eisen u.a., den lebenswichtigen Substanzen aus dem Erdinneren, in Wasser an der Erdoberfläche in Verbindung gebracht haben. Sogar in Meteoriten, die der damaligen Erde gleichen, wurden verschiedene Aminosäuren sowie Ammoniak gefunden. Damit wären die substanziellen Voraussetzungen für die Entstehung von Leben erfüllt gewesen. Darüber hinaus müssen die inneren Möglichkeiten zur Biogenese, d.h. die physikalisch-chemischen Gesetzmäßigkeiten als Bedingungen, sowie die äußeren Möglichkeiten, d.h. geeignete geophysikalische Bedingungen wie die Sonneneinstrahlung mit hohem und energiereichem UV-Anteil mangels

Ozonschicht, als realistisch nachgewiesen werden. Dann muss man mangels besser begründeter Alternativen die natürliche Entstehung des tatsächlich entstandenen Lebens als logisch erwiesen akzeptieren.

Weder ist das Leben rein zufällig, noch notwendig entstanden, sondern mit einer unbestimmten Wahrscheinlichkeit. Auffallend ist, dass das Leben aus relativ wenigen Familien chemischer Substanzen mit vielen repetitiven Bauteilen aufgebaut ist, die sich ineinander transformieren lassen und dadurch nicht nur eine gigantische Vielfalt an verschiedenen Substanzen erzeugen können, sondern obendrein komplexe Wirkungskreise als kybernetische Prozesse bilden. So wie heute bekannt ist, dass Samen mit dem Wind von Kontinent zu Kontinent getragen werden, so muss angenommen werden, dass organische Moleküle von Beginn des Lebens an durch Atmosphäre und Meere rund um den Erdball getragen wurden. Sicher ist das erste Leben nicht schlagartig durch ein zufälliges Einzelereignis entstanden, sondern allmählich durch zahllose Variationen lang andauernder Prozesse mit Rückwirkungen auf Grund endloser Wiederholungen. Grundlegende Bedingung des Lebens, ob auf der Erde oder anderswo, sind periodische Energieschwankungen als "Energiepumpe", wie sie von der Sonne oder auch von den Gezeiten geliefert werden. Entscheidend dabei ist das hohe thermodynamische Niveau an der Erdoberfläche von etwa 300 Kelvin und die Mischung aus Regelmäßigkeit und Unregelmäßigkeit oder Instabilitäten und Chaos seiner Veränderungen, so dass Systeme entstehen können, die sich immer in Fluktuationen fern vom thermodynamischen Gleichgewichtszustand befinden, diesen aber nie erreichen, außer im Zustand des Todes.

Der Chemiker und Philosoph Ilya Prigogine (1917-2003) bezeichnete solche offenen Systeme als dissipative Systeme, die Ordnung schaffen können aus Unordnung durch Zufuhr und Zerstreuung von Energie oder Materie, im scheinbaren Gegensatz zum zweiten Hauptsatz der Thermodynamik von Rudolf Clausius (1822-1888), dem sogenannten Entropiesatz. Diese von manchen Menschen als naturwissenschaftlicher Widerspruch empfundene Vorbedingung des Lebens gehört zu den großen Fragen der Menschheit, weil sie das Fundament des Schöpfungsglaubens ist.

Die autonome Entstehung von Ordnung und Komplexität aus Unordnung, oder Selbstorganisation, genauso wie ihr Zerfall, ist bereits im Zusammenwirken und Wechselspiel der Grundkräfte der Physik angelegt, die in Form der Naturgesetze beschrieben werden. Deren räumlich variantes und zeitlich vermutlich invariantes Wirken reflektiert die Existenz und die Möglichkeit von Ordnung und Struktur im energetischen Chaos unmittelbar nach dem Urknall, indem lokal scheinbar und temporär stationäre Zustände der Balance erzeugt werden, von Atomen und Molekülen über unser Sonnensystem bis zu Galaxien. Die Naturgesetze bilden somit den Gegenpol zur Entropie als Tendenz zur Unordnung. So ist die Schöpfung keine Schöpfung, sondern eine fortlaufende Selektion und Verwirklichung von Ereignissen aus einer quasi unendlichen Zahl immanenter Möglichkeiten, also eine kosmologische Evolution.

Die Welt besteht offensichtlich aus Gegenständen, die zueinander in scheinbarer Ruhe sind oder sich bewegen, manche linear von Ort zu Ort, manche in dauernden Schwingungen oder Oszillationen um einen Ort.

Jedes Kind weiß, dass ein Luftballon eine Kugelform bildet, jeder Mensch der höheren Breiten kennt Schneekristalle und jede Frau liebt funkelnde Edelsteine. Die Gemeinsamkeiten sind die jeweils speziellen Formen, die ohne menschliche Eingriffe auf natürliche Weise entstehen. Es gibt also zusätzlich zu den Bewegungsgesetzen der Physik Formgesetze der Natur. Solche Formen sind mehr oder weniger dauerhaft, von augenblicklicher Flüchtigkeit bis Jahrmilliarden. Die Formen sind gekennzeichnet durch ihre scheinbare Unveränderlichkeit und relative Unbeweglichkeit ihrer Teile zueinander, wobei allerdings die meisten Veränderungen und Bewegungen für das bloße Auge nicht wahrnehmbar sind. Die Formen sind Produkte der unterschiedlichen Wirkungen der physikalischen Kräfte, wenn sie die Gravitationskraft übersteigen und als atomare und molekulare Kräfte in schwingenden oder oszillierenden Bewegungen zur Geltung kommen. Organismen sind Erscheinungsformen der Natur, gekennzeichnet durch die ungeheure Vielfalt und die Bestimmtheit der beteiligten Substanzen und ihrer charakteristischen Formgesetze.

Wenn die Physikalische Kybernetik nicht so gesetzestreu wäre, wie sie zu sein scheint, dann gäbe es keine Logik - jedenfalls keine Erkenntnis der Logik -, keine Mathematik und erst recht kein Leben, das sich darüber logische Gedanken machen könnte. Streng genommen ist der teleonome Begriff *Kybernetik* für die physikalische Welt nicht zutreffend, weil natürliche Systeme immer einem Gleichgewichtszustand zustreben und dadurch eigenen kybernetischen, jedoch zweckfreien Gesetzmäßigkeiten unterliegen. Im Interesse vergleichender und einheitlicher Darstellungsformen ist die Verwendung der Bezeichnung trotzdem zweckmäßig. Da die Wirkungsweisen und Gesetzmäßigkeiten der Physik die Grundlagen liefern

für die biologische und die kognitive Kybernetik, ist auch die Bezeichnung Physikalische Kybernetik begründet. Die elementaren Wechselwirkungskräfte der Physik realisieren eine Kommunikation zwischen den Kraftträgern, wogegen die für die Kybernetik charakteristische Auswahl- und Entscheidungsmöglichkeit in den Naturkonstanten festgelegt und eingefroren ist. Je komplexer eine natürliche Struktur ist, insbesondere bezüglich der Diversität der enthaltenen Substanzen, umso mehr Freiheiten oder Kontingenzen der Beziehungen und Wechselwirkungen sind damit verbunden und umso mehr Komplexität wird dadurch angehäuft. Dieses Prinzip der Chemie ist Grundlage der biotischen Evolution und der Funktionsweise eines Organismus und bildet somit den Hintergrund für die Zweckmäßigkeit der Kybernetik als wissenschaftliche Methodik zur Erklärung von Organismus und Leben.

Historisch ist die Physikalische Kybernetik so alt wie die Philosophie, so weit deren Geschichte bekannt ist. Die Naturphilosophen des antiken Griechenland ein halbes Jahrtausend vor Null versuchten die Ursachen und Wirkungsweisen des sichtbaren Weltgeschehens zu deuten, um daraus letztlich die zukünftige Entwicklung und mögliche Ziele abzuleiten. Höchst erstaunliche Erklärungen fanden schon damals die Atomisten um Demokrit, deren Thesen kleinster, unteilbarer Teilchen als Bausteine der Welt der Atomphysik verblüffend ähnlich sind. Zwei Jahrhunderte später hat der Philosoph Epikur das atomistische Weltmodell übernommen, weitere zweieinhalb Jahrhunderte später der römische Dichterphilosoph Lukrez und schließlich die englische Herzogin Margaret Cavendish (1623-1673) eine genauso eigenwillige wie scharfsinnige Version von Naturphilosophie, bevor John Dalton 1808 die Atomphysik im modernen

Sinn begründete. Mit der Relativitätstheorie und der Quantenphysik wurde das mechanistische Weltbild und eine deterministisch vorausberechenbare Welt verabschiedet. Hätte die Welt oder die Natur einen zu vermutenden, höheren Zweck, dann müsste die Frage gestellt werden, ob derselbe Zweck nicht mit anderen Mitteln erreicht werden könnte, die mit höherer Zuverlässigkeit, höherer Effektivität oder geringerem Aufwand verbunden wären.

Die "Physikalische Kybernetik" von Lukrez (98-55 v.Null), ein Ausschnitt aus seinem Lehrgedicht "De rerum natura":

Denn gewiß haben nicht durch Vernunft die Atome sich
aus sich selbst mit scharfsinnigem Geist in Ordnung plaziert,
wahrlich auch nicht vereinbart, welche Bewegung sie machten,
sondern weil auf vielfache Art viele Samen der Dinge
seit endloser Zeit schon, gestoßen von Schlägen
und durch eigenes Gewicht bewegt, zu eilen gewohnt
und sich auf alle Art zu einen und alles zu prüfen,
was sie zu schaffen unter sich sie wären vereinigt,
darum geschieht es, daß, die mächtige Zeit hindurch sich verbreitend,
jeder Art Verbindungen sie und Bewegung erproben
und am Ende so die sie vereinen, die plötzlich geschleudert,
häufig zum Anfang werden sodann gewaltiger Dinge,
dieser Erde, des Meeres und des Himmels, des Stamms der Belebten.

Technische Kybernetik

Von Menschen konstruierte Systeme sind zielgerichtet und zweckbestimmt. Der Zweck und die Funktionsweise der Teilsysteme ist ausschließlich im Zweck des Gesamtsystems begründet, weshalb genau hier die Probleme der technisierten Welt beginnen, indem das Eigenleben der Teilsysteme und ihre Interaktionen untereinander und mit der Außenwelt nicht ausreichend berücksichtigt werden. Die typische Konstruktionsmethode ist Top-down, also das Zerlegen eines Problems in kleinere, leichter lösbare oder bereits gelöste Teilprobleme; eine Methode, die erstmals 1637 von Descartes beschrieben wurde und heute als "stepwise refinement" bekannt ist. Da man die Welt nicht immer wieder neu erfinden will, werden nach Möglichkeit bereits vorhandene, vorzugsweise standardisierte Bauelemente verwendet und zu Komponenten zusammengesetzt, so dass in der Praxis eine Kombination von Top-down und Bottom-up als Outside-in-Konstruktion am häufigsten anzutreffen ist. Diese Methode wird intuitiv auch in der naturwissenschaftlichen Forschung angewendet, indem beobachtete Phänomene zu den bereits bekannten Gesetzen von Physik und Chemie in Beziehung gesetzt werden.

Eines der Charakteristika der Technischen Kybernetik ist die vom Konstrukteur oder Betreiber vorgenommene, einmalige oder periodisch zu wiederholende Vorausberechnung des Systemverhaltens zur Zielerreichung. Die Grundlage dafür ist die in der Konstruktion implantierte Möglichkeit der deterministischen Einflussnahme auf das System als Steuerung oder Lenkung. Die Zielsetzung ist meist starr, wenngleich versucht wird, genau dies durch adaptive Systeme und mehr oder weniger

"intelligente" Systeme, besonders Roboter, zu umgehen und sie dem Menschen immer ähnlicher zu machen. Andererseits ist es bisher eben nicht gelungen, die kognitiven Fähigkeiten des Menschen vollständig zu imitieren und trotz erstaunlicher und bewundernswerter Errungenschaften ist nicht sicher, ob es überhaupt machbar ist. Man hat es geschafft, Sonden auf winzigen Asteroiden im Weltraum landen zu lassen, aber man hat bis heute erfolglos versucht, ein Auto per Computer kollisionsfrei durch fließenden Straßenverkehr zu lenken. Die technologischen Prinzipien und Mechanismen dieser Systeme sind demzufolge bereits bekannt und bilden den Ausgangspunkt für die Kognitive Kybernetik.

Bei technischen Systemen als menschlichen Artefakten ist die Variabilität prinzipiell proportional zur Komplexität. Die Zweckbestimmtheit technischer Systeme bringt es mit sich, dass umso mehr Varianten möglich sind, je mehr Bauteile und Teilsysteme variiert werden können. Die Vielfalt der Bedürfnisse der Anwender sowie die Vielfalt der Eigenheiten der Umwelt macht die Variation notwendig zur Optimierung der Zweckmäßigkeit in Anpassung an die Bedürfnisse in den jeweiligen Umweltgegebenheiten. Bei Autos gibt es deutlich mehr Varianten als bei Tretrollern. Bei natürlichen Artefakten, also den Spezies im Spektrum des Lebens, ist es umgekehrt. Es gibt augenscheinlich bei den kleinsten Lebewesen sehr viel mehr Varianten als bei Elefanten oder Walen oder auch bei Hominiden. Das ist ein deutliches Argument für die Zweckfreiheit der Lebewesen und für die biologische Evolution des Lebens, weil beide nur dadurch vernünftig erklärbar sind.

Die Grundbausteine der Technischen Kybernetik sind Sensoren und

Detektoren zur Gewinnung und Quantifizierung der notwendigen Information, Transformatoren und Prozessoren zur Interpretation, Verarbeitung und Umformung von Information und schließlich Aktoren zur Anwendung der Information (z.B. Schrittmotoren), letztlich der Systemzweck. Die Anordnung der Bausteine zu einem kybernetischen System ist auch bekannt als EVA-Schema, d.h. Eingang-Verarbeitung-Ausgang. Nicht zu vergessen sind Übertragungs- und Speicherungssysteme, die zusammen mit Sensor- und digitalen Computersystemen Schlüsselfunktionen einnehmen und einen enormen Innovationsschub erfahren haben. Die Teilsysteme oder Verarbeitungseinheiten bestehen selbst wieder aus Teilsystemen, z.B. elektronische Schaltnetze und Schaltwerke mit Gedächtnisfunktion, so dass sie eine rekursive oder verschachtelte Struktur bilden. Aus Zuverlässigkeits- und Kapazitätsgründen sind moderne Systeme meist redundant ausgelegt und verteilt angeordnet. Man unterscheidet Steuerungsketten und Regelkreise, realisiert als lineare Steuerungs- und rückgekoppelte Regelungssysteme mit festen Sollgrößen, bzw. adaptive Regelungssysteme mit variablen Sollgrößen. Die aufwendigere Regelung ist gegenüber der Steuerung notwendig, wenn unplanbare Ereignisse und Fremdeinwirkungen korrigiert und kompensiert werden müssen. In jedem Fall ist die Funktionsweise und damit die Abfolge der Zustandswechsel vom Konstrukteur durch Auswahl und Anordnung der Bausteine vorgegeben und folgt meist einer halbsynchronen Übertragung mit Steuerung durch Sender oder Empfänger, manchmal auch einer synchronen Übertragung mit Takt- oder Uhrsteuerung. Die Sensordaten werden entweder periodisch abgefragt - allgemein als Polling, als pull-

Prinzip oder hier als halbsynchron-empfängergesteuert bezeichnet - oder die Sensoren schicken Daten, vornehmlich bei Alarmsystemen, in eigener Initiative - allgemein als Interrupt, als push-Prinzip oder hier als halbsynchron-sendergesteuert bezeichnet - an die zentrale Verarbeitungseinheit. Die vierte elementare Kommunikationsform ist die asynchrone Übertragung ohne Steuerung von außen. Sie findet in der Technischen Kybernetik weniger Verwendung, weil sie zusätzlich einen Puffer erfordert und weil ihr Ablauf weniger vorhersehbar und steuerbar ist. In der Transportlogistik dagegen ist sie sehr häufig und in verschiedenen Formen anzutreffen, mit einem Lager, Speicher, Tank, Behälter oder dergleichen als Puffer. Eine Sonderform asynchroner Übertragung ist möglich, wenn ein oder mehrere Empfänger immer bereit sind. Diese Übertragungsform ist in natürlichen Systemen die Regel, wie z.B. die Planeten als Empfänger der Sonnenstrahlung.

Jedes kybernetische System ist prinzipiell ein Kommunikationssystem. Es ist zusammengesetzt aus einem Signalerzeuger, der Signalstrecke, einem Signalfilter und dem Signalempfänger. Das Signal kann beispielsweise die Lufttemperatur sein wie bei einem Heizungssystem und der physische Signalträger ist dann Heißwasser oder Heißluft. Wenn variable Signalempfänger zu bedienen sind, dann ist ein Regelungssystem notwendig, vor allem auch dann, wenn Störungen auf der Signalstrecke eine unvorhersehbare Filterung des Signals bewirken. Ein aktiver, also steuerbarer Signalfilter als Regler, ermöglicht die Bedienung unterschiedlicher Signalempfänger bzw. unterschiedliche oder variable Bedürfnisse der Signalempfänger. Dazu muss beim Signalempfänger die Signalwirkung gemessen und gegebenenfalls mit dem Bedürfnis verglichen

werden. Das besorgt beim Thermostat das Thermometer.

Die Architektur technischer Kommunikationssysteme, besonders Computernetzwerke, wird beschrieben durch das weltweit standardisierte, sogenannte 7-Schichtenmodell mit den drei Hauptschichten Transportschicht, Netzwerkschicht und Anwendungsschicht. Anwendungen in vernetzten Kommunikationssystemen, wie die menschliche Sprache, integrieren und erstrecken sich über alle Schichten, von der physischen Schicht der den Schall übertragenden Luft bis zu den Bedeutungen der sprachlichen Begriffe und den Deutungen der Aussagen. Eine umfassende Kommunikationstheorie ist daher nicht möglich, denn sie müsste annähernd eine "great unified theory" der Welt sein, da alles Geschehen der Welt Kommunikation ist, jeweils auf unterschiedlichen Betrachtungs- oder Aggregationsebenen, vom Menschen über technische Systeme, über Moleküle und Atome als Kommunikationssysteme bis zu den Elementarteilchen. An jeder Kommunikation zwischen Lebewesen sind alle niedrigeren Betrachtungsebenen beteiligt. Das Schichtenmodell ist eine starke Vereinfachung, weil sie sich jeweils nur auf eine bestimmte der Aggregations- oder Systemebenen bezieht und die übrigen ausblendet. Durch die Modularität des Schichtenmodells wird eine hohe Flexibilität in Form eines Baukastensystems erreicht, so dass Anwendungen auf verschiedenen Übertragungsmedien eingesetzt werden können, ohne dafür von Grund auf neu konstruiert werden zu müssen. Die Transportschicht beschreibt das physikalische Übertragungsmedium mit der passenden Kodierung der Signale, Datenorganisation, Paketierung und Steuerung der Übertragung zwischen zwei unmittelbar oder physisch verbundenen Punkten. Die Netzwerkschicht beschreibt die Funktionen und Protokolle für

Verbindungsaufbau und -abbau, die notwendig sind zur Adressierung von Knoten, Vermittlung in strukturierten Netzen, Koordination, Steuerung, Sicherung und Kontrolle der anwendungsneutralen Übertragung von Datenpaketen zwischen den Punkten eines Netzwerkes. Die Anwendungsschicht schließlich beinhaltet die Kodierung, Darstellungsweise und Bedeutung der Zeichen sowie Konventionen der Kommunikationspartner zur Verständigung und einige typische Funktionen zur Datenübertragung zwischen Anwendungen auf verschiedenen Netzwerkknoten oder Kommunikations- und Rechnersystemen. Programme der Anwendungsschicht benutzen Funktionen der Netzwerkschicht, so wie deren Dienstprogramme die Funktionen der Transportschicht nutzen.

Für die Übertragung zwischen Sensoren und zentraler Verarbeitungseinheit bzw. zwischen Verarbeitungseinheit und Aktoren kommen verschiedene Strategien zur Anwendung: die fortlaufende Übertragung eines Zustandes mit festgelegten Übertragungsintervallen oder die bedarfsgesteuerte Übertragung aktueller Zustandsänderungen. Die Auswahl ist abhängig von den Voraussetzungen und Eigenschaften des Systems und der eingesetzten Technologien - z.B. "Eigenintelligenz" der Teilsysteme und Übertragungs- und Verarbeitungskapazitäten - sowie den Auswirkungen auf und Anforderungen an das System wie Wirksamkeit, Wirtschaftlichkeit, Zuverlässigkeit, Sicherheit. Die Auswirkungen der gewählten Strategie und ihrer Parameter auf die Kybernetik des Systems prägen sein dynamisches Verhalten und tragen zur Komplexität bei. Vor- und Nachteile sind in jedem Anwendungsfall zu bewerten.

Die Qualität eines Regelungssystems ist sehr stark von zwei Parametern

abhängig: der Sensibilität bzw. Zeitdauer zur Erkennung einer Abweichung vom Sollwert und der Zeitdauer für die Reaktion des Stellgliedes bis zur Wirkung auf die Regelgröße. Beide Parameter sind entscheidend von der Anzahl der Messungen, mit andern Worten der Durchläufe der Rückkopplungsschleife, pro Zeitintervall abhängig. Zusammen bestimmen diese Parameter das dynamische Verhalten jedes Regelungssystems. Im ungünstigen Fall können Abweichung und Reaktion sich gegenseitig so aufschaukeln, dass es zu chaotischem Verhalten oder sogar zur Zerstörung des geregelten Systems kommt. Ursachen dafür sind Zeitverzögerungen im Regelkreis durch Laufzeiten und Speichereffekte. Um dies zu verhindern, kann die Reaktion des Reglers auf verschiedene Arten bestimmt werden: proportional zur gemessenen Abweichung, zur über ein Zeitintervall gemittelten Abweichung und schließlich zur Änderungsschnelligkeit der Regelgröße: Proportional-, Integral- und Differentialregelung. Noch effektiver als die nachlaufenden Formen der Regelung ist eine vorausschauende Regelung, was bei häufig wiederkehrenden, wie schwingenden und statistisch erfassbaren Ereignissen möglich ist. In Einzelfällen ist eine Übersteuerung der Fremdeinflüsse machbar, die allerdings sehr energieaufwendig sein kann, wenn die Sollgröße außerhalb des ungeregelten Schwankungsbereiches liegt. Diese kybernetisch interessante Strategie wird in technischen Systemen daher relativ selten eingesetzt, während sie in biologischen Systemen die Überlebenswahrscheinlichkeit beträchtlich erhöhen kann bei ausreichend vorhandenem Energieangebot. Das markanteste Beispiel dafür sind die von Temperaturschwankungen unabhängigen Warmblüter. Wenn die Sollgröße innerhalb des ungeregelten Schwankungsbereiches

liegt, dann ist dagegen eine technisch aufwendigere Zwei-Wege-Regelung - z.B. Heizung-Kühlung oder beschleunigen-bremsen - erforderlich. In jedem Fall ist die Schnelligkeit der eingesetzten Teilsysteme von ausschlaggebender Bedeutung für eine Regelung in Echtzeit oder Nahzeit.

Roboterarme werden im allgemeinen von einem Computer gesteuert, der a priori nichts über den Roboter weiß. Er kennt weder die Eigenschaften des Materials, noch die der Struktur, noch die Möglichkeiten und Grenzen seiner Bewegungen. Der Vorteil ist die universelle Verwendbarkeit des Computers wie die des Roboters, der Nachteil ist die Notwendigkeit der spezifischen Anpassung, d.h. der Programmierung, die entsprechend umfangreich ist, sowohl in der Konstruktion als auch im Betrieb. Dagegen sind die Steuerung und die Motorik von Lebewesen in Koevolution, gemeinsam im Verlauf der Phylogenese durch millionenfache Variation und Selektion entstanden, so dass sie a priori aufeinander abgestimmt sind. Eine Fülle von Informationen, die dem Computer explizit und mühsam einprogrammiert werden müssen, sind hier implizit und versteckt fest eingebaut oder hardwired. So haben weder der Roboter noch der Computer ein "Gefühl" für die allgegenwärtige Schwerkraft. Charakteristikum des Computers ist die Trennung von Datenspeicher und Prozessor - die sogenannte Von-Neumann-Architektur - und die Invarianz der Menge seiner inneren Systemzustände, um die ökonomisch begründete Wiederverwendbarkeit und Mehrfachverwendbarkeit zu erreichen.

Technische Systeme unterscheiden sich von natürlichen Systemen unter anderem dadurch, dass sie ein- und ausgeschaltet werden können, dass

ihr Zustand also jederzeit wieder auf einen bekannten Anfangszustand gesetzt werden kann. Beim Abschalten oder Abstürzen eines Computers sind außer den Daten auf Plattenspeichern nur die wenigen system-spezifischen und für den Start eines Computers notwendigen Daten, die in einem batteriegespeisten oder einem nichtflüchtigen Halbleiterspeicher aufbewahrt sind, nicht verloren. Daraus ergibt sich eine zwingende und fundamentale Konsequenz: das technische System muss gegen Unterbrechungen und Störungen gesichert werden und es muss den zweckgemäßen Betrieb nach einer Unterbrechung wieder aufnehmen können, indem es einen kontrollierten Zustand einnimmt. In der Regel muss es den Zustand einnehmen, den es vor der Unterbrechung hatte. Das bedeutet nichts anderes, als dass ein technisches System ein kontrollierendes Metasystem - das Objekt der Kybernetik - erfordert, das oftmals selbst wieder ein technisches System mit der Fähigkeit zu autonomen Entscheidungen oder das letztlich der Mensch ist. Das kontrollierende Metasystem dient einem weiteren Zweck, nämlich der Justierung, dem Tuning und der Kalibrierung sowohl in Steuerungs- als auch in Regelungssystemen und es erfordert eine eigene Rück-kopplungsschleife. Die leicht erkennbare Konsequenz ist eine Endloskette von Metainstanzen, die nur vom Menschen abgeschlossen werden kann.

Nach und nach hat der Mensch Maschinen geschaffen, die mit Hilfe der Kybernetik seine Leistungen verbessern oder seine Mängel kompensieren: Kraft, Beweglichkeit, Wahrnehmungsvermögen, Organfunktionen und schließlich die mentalen Fähigkeiten werden verstärkt, ergänzt oder ersetzt. Sigmund Freud bezeichnete den Menschen als Prothesengott, Johann Gottfried von Herder als Mängelwesen, der Philosoph Helmuth

Plessner schrieb "der Mensch ist von Natur aus künstlich". Arnold Gehlen sieht Technik als die entscheidende "Entlastungsinstanz des instinktarmen, unangepassten, unspezialisierten, weltoffenen Mängelwesens Mensch". Ist noch etwas übrig außer den Gefühlen und dem Leben an sich? Die nächste technische Revolution steht bereits vor der Tür mit der Steuerung und Manipulation neurologischer Funktionen mittels implantierter Sender und Empfänger, den sogenannten Brainchips oder "Stimoceiver" (Jose Delgado, Kevin Warwick) zur elektrischen Stimulation von Nervensignalen und Auslösung motorischer oder emotionaler Effekte. Daneben gibt es spekulative bis esoterische Entwicklungen wie Psychoakkustik oder Neurofeedback zur Leistungssteigerung des Gehirns, Beschleunigung des Lernens, Bewusstseinserweiterung und dergleichen mehr. Aus der Verbindung von Gehirn, Computer und drahtloser Übertragung soll die "Wunderbox" hervorgehen.

Bedauerlich und tragisch ist, dass die Menschheit ihre handwerklichen, künstlerischen und intellektuellen Höchstleistungen nicht zu ihrem eigenen Wohl erbracht hat, sondern allzu oft an Könige, Kirchen und Kriege verschwendet hat - von denen sie allerdings auch finanziert wurden. So ist auch die Technische Kybernetik als Kind des Krieges geboren worden, nicht zufällig und zeitgleich mit der Informations- und Kommunikations-theorie von Shannon & Weaver und den ersten Exemplaren der Computer-technik. Daher ist es nicht verwunderlich, dass die heutigen technischen Möglichkeiten Ängste und ethische Bedenken hervorrufen. Technik-folgenabschätzungen gehören daher zum unverzichtbaren Instrumentarium der modernen Gesellschaft und politischen Führung.

Kognition und Zeichen

Alles was wir mit unseren Sinnen wahrnehmen, nehmen wir als Formen wahr. Die Sinnesorgane übersetzen die Welt der Wirklichkeit aus Sinnesreizen in die Form von Nervensignalen, mit denen das Gehirn intern arbeitet, um eine subjektive Welt der Vorstellungen zu erzeugen, um die Welt innerlich zu "repräsentieren". Somit sind quasi unendlich viele Formen möglich, die einfach sein können oder aus einfachen Formen zusammengesetzt sein können. Die unendliche Vielfalt der Formen wird reduziert durch Abstraktion, Aggregation und Approximation zu einer handhabbaren Menge von Zeichen, die dem Bewusstsein als Vorstellungen präsentiert werden. Zeichen sind erkennbare, identifizierbare und wiederkehrende Muster, Formen oder Gestalten der Wahrnehmung, denen auf Grund einer Funktion oder eines Zweckes des wahrnehmenden Subjekts eine Bedeutung zukommt oder beigemessen wird, wenn sie in regelmäßigen Zusammenhängen mit anderen Zeichen erscheinen. Unterschiedliche Kontextinformation wie Perspektiven, Formvarianten, Lichtverhältnisse oder andere Wahrnehmungsbesonderheiten können dabei eliminiert, substituiert oder an bekannte Formen approximiert werden. Solche Mechanismen sind aus der Wahrnehmungspsychologie bekannt. Ein eindrucksvolles Beispiel ist der sogenannte Ames-Raum, in dem eine markante Perspektivenverzerrung stattfindet.

Die Zeichen, in der Form von Chiffren, bilden das Material unseres Denkens. Die Gesetzmäßigkeiten und Zusammenhänge der Wahrnehmungen und Erfahrungen, die Identitäten und Ähnlichkeiten sowie die Unterschiede der Formen und Bewegungen resultieren in den

Funktionen des Denkens wie Identifizieren, Klassifizieren, Generalisieren, Spezialisieren, Aggregieren, Segregieren. Das Denken findet seinen spiegelbildlichen und äußerlichen Ausdruck insbesondere in der Sprache, in den Bedeutungen ihrer Wörter als Begriffe, in ihren grammatischen Formen zur Bildung von Sätzen und Aussagen. In die Sprache eingebettet ist die Logik als Ausdruck einer speziellen Form, des abstrahierenden, verbindenden, ordnenden, urteilenden und schlussfolgernden Denkens. Die materiale Logik, die mit den Bedeutungen von Wörtern operiert, ist nahe der Linguistik, die formale und symbolische Logik, die mit bedeutungslosen Formen, Zeichen oder Symbolen operiert, ist näher zur Mathematik. So ist die Logik über das Denken und die Sinne mit der Natur des Geistes und mit der Natur der Welt verknüpft.

Das bedeutet auch, dass Logik oder Mathematik und Natur kommensurabel sein müssen, wenn man davon ausgeht, dass die Natur nicht ausschließlich chaotisch oder zufällig funktioniert. Die Ursprünge dieses logischen Denkens zeigen sich bei Kleinkindern im Alter von wenigen Monaten, wenn sie erkennen, dass Objekte, die zeitweise verdeckt waren, nicht verschiedene oder neue Objekte sind, sondern dass es dasselbe Objekt ist. Das heißt, es erkennt, dass Objekte nicht plötzlich im Nichts verschwinden und neue Objekte nicht plötzlich aus dem Nichts auftauchen. Die Erkenntnis von Persistenz und Identität von Objekten und folglich die Erkenntnis von Verschiedenheit und Veränderung bildet die Grundlage des logischen und rationalen Denkens.

Unter der Annahme einer gesetzmäßigen Funktionsweise der Wirklichkeit wie auch der Sinnesorgane gibt es regelmäßige, strukturelle Eigenschaften

der Zeichen und Beziehungen zwischen den Zeichen. Der Anblick des Löwen erzeugt das Zeichen "Löwe" und erhält instinktiv die Bedeutung "Gefahr" oder unmittelbar "Flucht" zugeordnet. Neben den durch die Phylogenese natürlich bestimmten und gegebenen Zeichen gibt es als Hervorbringung der Ontogenese und der Ratiogenese die von Menschen gemachten Zeichen wie die Schrift- und Zahlzeichen sowie Zeichnungen, technische und kulturelle Symbole und schließlich die lautlichen Sprachzeichen. Diese Zeichen können dazu dienen, andere Zeichen, besonders die von den Sinnen erzeugten Zeichen, zu vertreten, um somit eine kommunizierbare Welt der Zeichen und Symbole zu erzeugen. Dadurch erst wird es möglich, auf der Grundlage der Unterscheidung von Form und Bedeutung der Zeichen, über Zeichen selber zu reden, eine notwendige Operation des Geistes für Denken und Sprechen und Begründung für das notwendige Vorhandensein eines Formen- oder Zeichengedächtnisses neben dem Gedächtnis für Bedeutungen.

Intern werden nur Zeichen verarbeitet, indem sie in andere Zeichen übersetzt und mit anderen Zeichen verknüpft und in Beziehung gesetzt werden. Diese rekursiven Prozesse sind es, die neue Zeichen schaffen, die die Bedeutungen der Zeichen bestimmen und somit das Verhalten und das Leben insgesamt lenken. **Denken geschieht in Zeichen**. Die Form der Zeichen spielt dabei keine Rolle, sie sind beliebig. Es können ikonische Zeichen sein wie die Hieroglyphen, Muster wie die chinesischen Schriftzeichen oder abstrakte und kombinierbare Zeichen wie die lateinischen Buchstaben. Die Sprachlaute dagegen sind anatomisch vorgegeben. Bedeutung bekommen die Zeichen erst durch den Gebrauch in der Gemeinschaft. An sich tragen sie prinzipiell keine Bedeutung.

Es ist Aufgabe der Anthropologie, im besonderen der Neuropsychologie, die Funktionen, Eigenheiten und Gesetze der Wahrnehmung **aus ihrer Entwicklung heraus** zu verstehen und zu bestimmen, um daraus die Anfangsgründe der Erkenntnis, des Denkens und der Vernunft ableiten zu können. Der Entwicklungsgedanke - Phylogenese als Gegenstand der evolutionären Erkenntnistheorie, Ontogenese als Gegenstand der Entwicklungspsychologie und Ratiogenese als Gegenstand der Erfahrung und Pädagogik - und die semiotische Trennung von Form und Bedeutung ist der entscheidende Schlüssel zum Verständnis der menschlichen Erkenntnis- und Vernunftfähigkeiten.

Man kann also die Semiotik in zwei Bereiche teilen. Ein Teil umfasst die von Menschen willkürlich geschaffenen Zeichen als gestalterische Repräsentation der Bedeutung von Gedanken und Ideen, sowie die aus der sinnlichen Wahrnehmung entstandenen natürlichen Zeichen, die einer Deutung durch Erfahrung oder Erleben und einer daraus folgenden Zuordnung von Bedeutung bedürfen. Die beiden Bereiche willkürlich und natürlich sollen hier als explizite und implizite Semiotik bezeichnet werden. Die Wahrnehmung eines Dreiecks als implizites Zeichen kann die Form eines Vulkankegels oder eines Hausdaches darstellen. In der Mathematik oder als Verkehrszeichen hat das Dreieck als explizites Zeichen eine jeweils festgelegte Bedeutung.

Die von Menschen explizit geschaffenen Zeichen bringen die Welt der Sprache, der Schrift und der Informationen hervor und bilden die Grundlage für die zwischenmenschliche Kommunikation und ebenso für die Anwendung des Computers. Ihr Charakteristikum ist, dass sie auf

unterschiedlichen Substraten dargestellt werden können, wie Papier oder elektronisch im Computer und auf dem Bildschirm, weil ihr Zweck davon unabhängig ist. Daraus folgt die irrtümliche Theorie, dass auch die Funktionen des Gehirns auf unterschiedlichen Substraten oder Maschinen realisiert werden könnten, wie sie von verschiedenen Kognitions-wissenschaftlern vertreten wird. Irrtümlich ist die Theorie deshalb, weil die impliziten Zeichen der Wahrnehmung von ihrem Substrat abhängig sind, d.h. also von den physiologischen Gegebenheiten des Nervensystems. Somit können sie nicht auf andere Substrate übertragen werden ohne ihre Identität zu verlieren. Es ist selbstverständlich, dass die expliziten Zeichen so gestaltet sein müssen, dass sie wahrnehmbar und identifizierbar sind, analog den impliziten Zeichen, denn beide Zeichenformen unterliegen gleichermaßen den Eigenschaften und Möglichkeiten der Sinnesorgane.

Jedes Zeichen kann mehrere Bedeutungen haben, das heißt, es kann verschiedene Beziehungen zu verschiedenen anderen Zeichen eingehen, die zueinander nicht bedeutungskompatibel sind. Der Grund dafür sind gemeinsame Teileigenschaften oder Teilfunktionen, aus denen sich in einem sich verändernden kulturellen Milieu unterschiedliche Bedeutungen entwickelt haben oder indem neuartige Funktionen ohne eigenes Zeichen einem bereits verfügbaren Zeichen zugeordnet werden. Man nennt dies Polysemie oder auch Homonymie oder man sagt, das Zeichen gehört verschiedenen semantischen Feldern an. Auf einer Bank kann man sitzen oder Geldgeschäfte tätigen, aber nicht beides gleichermaßen; beiden gemeinsam ist die Teilfunktion der Lagerung als Motiv der Mehrfachbedeutung, die auf den Ursprung der Geldgeschäfte an Tischen in den Straßen von Venedig zurückgeht. Die Objektivität begrifflicher

Bedeutungen ist daher eine Grundvoraussetzung für die Objektivität wissenschaftlicher Aussagen und Theorien.

Eine Menge von Zeichen als Alphabet und zugehörige Regeln zur Kombination der Zeichen, die dazu dienen, einen begrenzten Ausschnitt der Wirklichkeit zweckmäßig zu beschreiben, zu repräsentieren oder abzubilden, wird als Kode bezeichnet. Kodierung ist die Übersetzung von einem Zeichensystem in ein anderes, wobei die wesentliche Bedeutung erhalten bleiben soll, aber die Form und häufig auch der Zeichenträger verändert wird; oftmals ist das sogar der Zweck der Kodierung oder Transkodierung zur Darstellung, Speicherung und Übertragung der Zeicheninhalte mittels verschiedener physischer Medien. Nichts anderes machen biologische und technische Sensoren. Die Zeichen in der physischen Form werden als Signale bezeichnet. Kodierung kann also sowohl auf der logischen Ebene zwischen Zeichen verschiedener Alphabete als Transkodierung wie zwischen logischen Zeichen und physischen Signalen, als auch zwischen verschiedenen physischen Signalen stattfinden. Kodierung kann auch als regelhafte Darstellung von Bedeutung in einem spezifischen Substrat verstanden werden. Die wahrgenommene Welt ist bereits ein Kode, der durch die physiologische Funktionsweise der Sinnesorgane vorgegeben ist. Das Nervensystem ist ein Signalsystem.

Jede Information, unabhängig von ihrer Bedeutung, ist also bereits kodiert. Das Kodierungssystem Sprache gründet auf dem endlichen Alphabet der Buchstaben und einer großen Menge von Kodewörtern, die im Verlauf der kulturellen Evolution gebildet wurden. Eine Grammatik erlaubt die

Kombination der Kodewörter zu einer unendlichen Vielfalt von Sätzen als Informationen, so dass die unendliche Vielfalt der Welt erschöpfend kodiert werden kann. Dieses Kodierungssystem bietet die nötige Flexibilität, um jederzeit neue Kodewörter zu bilden und den Möglichkeiten und Notwendigkeiten der Erkenntnis und ihrer beständigen Verwandlungen Rechnung zu tragen. Da die Sinnesorgane aller Individuen auf Gund ihrer biologischen Komplexität nicht absolut gleichförmig sind und durch Krankheit und Alterung sich verändern können, ist auch die Kodierung nicht absolut gleich und unveränderlich. Einander sehr ähnliche Zeichen können dann nicht mehr ausreichend oder eindeutig unterschieden werden.

In der Sprache der Semiotik ausgedrückt ist das Signifikat oder die Referenz eines Zeichens - auch das Interpretans in der semiotischen Triade nach C.S.Peirce (1839-1914) - selber wieder ein Zeichen, also auch ein Signifikans. Die Zeichenformen können sich in ihrem Typus unterscheiden - Index, Icon oder Symbol nach Peirce - und in ihrer Bedeutung durch ihre jeweiligen Beziehungen zu anderen Zeichen. Die Zeichnung eines "Weihnachtsbaums" als Signifikans verweist beim Empfänger der Botschaft auf die bildliche Vorstellung von einem Tannenbaum im Wohnzimmer mit Lichterkette, Lametta und Geschenken als Signifikat. Vielmehr jedoch ist zu unterscheiden zwischen Zeichen, die mittelbar auf andere Zeichen verweisen wie das Sprach- oder Schriftzeichen "Weihnachtsbaum", und unmittelbaren Zeichen, also solchen, die von den Sinnesorganen und den körperlichen Empfindungen unmittelbar selber erzeugt werden wie der Anblick eines Weihnachtsbaums als sogenannte Referenten. Die mittelbaren Zeichen ermöglichen die vielfältige Zergliederung und Rekombination der Lebenswelt als

Abstraktion, somit die adäquate, reintegrative Repräsentation der Dynamik ihrer Veränderungen durch Unterscheidung von Varianten und Invarianten oder Individuen und Universalien, zum Beispiel die im Namen erhaltene Identität einer Person über die Entwicklung vom Baby zum Erwachsenen. Universalien sind Zeichen für gemeinsame, invariante Eigenschaften oder Merkmale einer Menge von Individuen; sie sind nicht Zeichen für reale Objekte.

Mittelbare Zeichen können augenscheinlich nicht nur über mehrere, letztlich unendlich viele Beziehungsschritte verweisen, bezeichnet als "unendliche Semiose", sondern obendrein Mengen von Zeichen mit bestimmten Beziehungen zueinander zu einem einzigen wirkmächtigen Zeichen aggregieren, wie z.B. "Auto" oder gar das allumfassende "Universum". Die Funktion der Aggregation dient der Ökonomie des Denkens und hat ungeheure Bedeutung für die geistigen Fähigkeiten des Menschen zur Strukturierung seiner Lebenswelt. Digitalcomputer dagegen sind zur Aggregation nicht fähig, sie bleiben immer auf der Bitebene. Um an die Information des aggregierten Zeichens zu gelangen, muss es allerdings stufenweise wieder in seine Bestandteile aufgelöst werden als Disaggregation oder Segregation, z.B. "rotes, kleines Auto mit Fließheck, Schiebedach, zwei Türen" bis zu den Bauteilen im Falle einer Reparatur.

Die Kognition ist ein nach außen abgeschlossenes System, das sich nur mit seinen Zeichen beschäftigt. Es gibt keinen Zugang zur Außenwelt, außer den durch Lernen und Erfahrung gewonnenen Zusammenhang und die Koinzidenz zwischen den Zeichen der verschiedenen Sinnesorgane - in der Gemeinsamkeit von betasten, hören und sehen insbesondere - sowie

den Zugang über den angeborenen und den erlernten, physiologisch bestimmten, daher nur schwerlich veränderbaren Zusammenhang zwischen den Zeichen und den motorischen und sekretorischen Signalen des Gehirns, deren Auswirkungen selber wiederum als Zeichen sinnlich wahrnehmbar sind. Daraus folgt, dass Wahrnehmung und Geist sinnlichen Fehlfunktionen, Täuschungen, Illusionen und Halluzinationen ausgesetzt sind, die reflexiv nicht ohne weiteres als solche erkennbar sind und in Einzelfällen medizinische oder psychotherapeutische Maßnahmen notwendig machen können.

Der Physiker Moritz Schlick (1882-1936) hat das Dilemma der rogorosen Trennung von innen und außen in seiner *Allgemeinen Erkenntnislehre* beschrieben:

"Ein mit Hilfe impliziter Definition geschaffenes Gefüge von Wahrheiten ruht nirgends auf dem Grunde der Wirklichkeit, sondern schwebt gleichsam frei, wie das Sonnensystem die Gewähr seiner Stabilität in sich selber tragend. Keiner der darin auftretenden Begriffe bezeichnet in der Theorie ein Wirkliches, sondern sie bezeichnen sich gegenseitig in der Weise, dass die Bedeutung des einen Begriffs in einer bestimmten Konstellation einer Anzahl der übrigen besteht."

Weiter über die Beziehung zwischen der Wirklichkeit und der Begriffswelt:

"Wir beziehen beide Spären wohl aufeinander, aber sie scheinen gar nicht verbunden, die Brücken zwischen ihnen sind abgebrochen." Und weiter kommt er zu der für die Naturwissenschaft bedeutsamen Schlussfolgerung "alle unsere Wirklichkeitserkenntnisse sind [..] streng genommen

Hypothesen."

Als klassischer Physiker und Realist steht er an der Schwelle der alten zur neuen Welt der Erkenntnis. Dagegen steht der Philosoph Ernst Cassirer (1874-1945), für den in seiner *Philosophie der symbolischen Formen* die Wirklichkeit ein System von Ideen in Form symbolischer Zeichen ist, der also offensichtlich schon von der Semiotik geprägt ist, bereits auf dem Boden der von Planck und Einstein geprägten Physik. Das Kennzeichen der neuen Weltanschauung ist die Ablehnung der Abbildtheorie, d.h. die Zurückweisung der Auffassung von einer naturgetreuen Kopie der Außenwelt in der Innenwelt, die wiederum auf Hermann von Helmholtz (1821-1894) zurückgeht. Cassirer bringt es auf den Punkt, wenn er schreibt:

"Der wissenschaftliche Verstand ist es, der nunmehr die Bedingungen und Ansprüche seiner eigenen Natur zugleich zum Maß des Seienden macht."

In Anlehnung an H.v.Helmholtz schreibt er:

"Unsere Empfindungen und Vorstellungen sind Zeichen, nicht Abbilder der Gegenstände. Denn vom Bilde verlangt man irgendeine Art von Gleichheit mit dem abgebildeten Objekt, deren wir uns niemals versichern können. Das Zeichen dagegen fordert keinerlei sachliche Ähnlichkeit in den Elementen, sondern lediglich eine funktionale Entsprechung der beiderseitigen Struktur."

Die Welt, die wir wahrnehmen, ist nicht die Welt, die ist. Es gibt viele mögliche Anschauungen der Welt. Unsere sinnliche Erfahrung ist nur eine davon, eine andere ist die wissenschaftlich-rationale Repräsentation. Die

Sinneseindrücke aus der Welt werden irreversibel in Nervensignale umgewandelt, nicht als Kopie oder visuelle Repräsentation, sondern als Transformation, die wir nicht kontrollieren können und noch nicht mal vollständig verstehen. Alles was wir wahrnehmen, ist in Wirklichkeit sinnesgeleitete Fiktion, oder Konstruktion unseres Erkenntnisapparates mit dem Resultat einer inneren Weltbeschreibung. Eine Abbildung repräsentiert die Welt, wie wir sie wahrnehmen und erkennen, ein sprachliches Zeichen oder ein Symbol repräsentiert sie, wie wir sie verstehen und deuten. Willkürlich ausgehend von einer Welt physikalischer Atome als kleinste wahrnehmbare Einheit und als annähernd unveränderliche "Präformation", besteht die Welt aus Strukturen von Atomen, die wir gelegentlich über die Sinne wahrnehmen, einschließlich unser Selbst als Gegenständlichkeit. Die mittels elektrischer Ladungen auf ein technisches Gerät wirkenden Elektronen sind dieselben Elektronen, die im Atomverbund mittels der Reflexion von Licht auf unsere Augen einwirken. Das Fenster dessen, was wir wahrnehmen können, ist eng begrenzt auf Strukturen bestimmter Ausdehnung, bestimmter Entfernung, bestimmter Bewegung, bestimmter Lebensdauer, bestimmter Eigenschaften und Verhaltensweisen. Das Fenster ist letztlich begrenzt durch unsere eigene Lebenszeit. Die Strukturen sind in ihrer Abgrenzung und Gestalt nicht eindeutig und nicht unveränderlich, weil sie gemäß den physikalischen Gesetzen in unterschiedlicher Art und Weise beständig aufeinander einwirken, so dass Strukturen von Strukturen erkennbar werden. Die innere Beschreibung der Strukturen wird bestimmt von den Prägungen unseres Wahrnehmungs- und Erkenntnisapparates, die sich als Schablonen der Wahrnehmung im Verlauf der Evolution sowie der

individuellen frühkindlichen Entwicklung für die Bewältigung unseres Lebens gebildet haben, von Deutungen, die wir ihnen auf Grund kulturellen Erbes und aus eigener Erfahrung zuordnen, und von Zweckmäßigkeiten für unser Leben, zur Erhaltung unserer eigenen Struktur.

Die Welt ist eine Menge von uns umgebender physikalischer Strukturen, die wir auf Grund ihres regelhaften Verhaltens, wie der Gleichmäßigkeit ihrer Gestalt, ihrer Eigenschaften und ihrer Bewegungen, als Formen und Zeichen einer Wirklichkeit erkennen können, über die wir Erfahrungen sammeln, denen wir Bedeutung zuordnen wenn wir sie verstehen, auf die wir selber als physische Struktur interaktiv und reflexiv einwirken und deren irreversible und periodische Veränderungen wir als Zeit deuten.

Verstehen ist die Übersetzung aus der Sprache der Wahrnehmung in die Sprache der Erfahrung. Die Sprache erweitert die Bereiche der individuellen Wahrnehmung und Erfahrung um die entsprechenden Bereiche der Mitmenschen und eröffnet damit einen unbeschränkten Zugang zur Welt und zu den Menschen. Die für uns erfahrbare Welt ist weder zwingend noch notwendig, sondern der kontingente, gegenwärtige und wandelbare Zustand von Ausschnitten der Wirklichkeit als Modelle: ein Modell der Welt, sowie ein Modell des unmittelbaren Lebensbereiches und ein Modell des Selbst und des Ich, eine "individuelle Welttheorie", wie der Kommunikationsforscher Gerold Ungeheuer (1930-1982) schrieb, oder als "semantische Modelle", wie der Psychologe Kenneth Craik (1914-1945) sie bezeichnete. Die Modelle enthalten als innere Beschreibungen die Namen, die Eigenschaften, die Relationen zueinander und die Verhaltensmöglichkeiten der Elemente des jeweiligen Modellbereiches.

Dreiecke sind Modelle für eine bestimmte Eigenschaft, nämlich die dreieckige Form wirklicher Objekte, indem die idealisierte und symbolisierte Eigenschaft durch ein eigens konstruiertes Objekt namens Dreieck repräsentiert und mit ihm identifiziert wird. Stühle können viele verschiedene Formen haben, können die Form verändern oder auflösen und dadurch ihre Funktion verlieren, oder ihre Formen können anderen Zwecken dienen. Daher sind Theorien über die Welt, zur Anthropologie, zur Psychologie und letztlich zur Philosophie immer so plastisch wie der Mensch in seiner Selbstdeutung. Die Bedeutung, die wir den Dingen der Welt zuordnen, wird im Verlauf des Lebens durch die Erfahrung und die Kommunikation mit der Welt fortlaufend gebildet, zunehmend verfeinert und ihren Wandlungen im Gebrauch angepasst. Sie ist nicht in den Dingen und nicht in den Wörtern, sondern in der Vorstellung und im Bewusstsein jedes einzelnen Menschen. Die Kommunikation zwischen Menschen wird scheitern, wenn die Bewusstseinsinhalte nicht aufeinander abgestimmt sind und Missverständnisse oder Missdeutungen hervorbringen.

Eine Beziehung zwischen Zeichen ist eine Aussage oder Information, wenn sie explizit oder implizit mit einem Wahrheitswert verbunden wird. In der Alltagssprache wird der Wahrheitswert weggelassen, weil man im allgemeinen nur an wahren Informationen interessiert ist und ihre Wahrheit stillschweigend vorausgesetzt wird. Die Aussage "es ist wahr dass, .." ist im Alltagsgebrauch daher redundant und wird nur benötigt, um Missverständnisse zu beseitigen oder der Wahrheit besonderen Nachdruck zu verleihen. Sehr häufig vorkommende Beziehungen sind die "ist"-Beziehung und die "gehört zu"-Beziehung, zum Beispiel "ein Hund ist ein Tier" oder "Schnee ist weiß". Ihre Bedeutung sowie ihr Wahrheitsgehalt

können nur wieder über Beziehungen zwischen Zeichen bestimmt werden. Es gibt keine Möglichkeit, Wahrheit als eine Wirklichkeit letztgültig zu erkennen oder nachzuweisen, weil das kognitive System keinen anderen Zugang zur Wirklichkeit seiner Außenwelt hat als über seine Zeichen der Wahrnehmungen, Empfindungen, Erkenntnisse, Vorstellungen und Ideen. Die Welt im Kopf ist die subjektive Beschreibung der scheinbar wirklichen Welt. Nur indirekte Kriterien wie Widerspruchsfreiheit, Logik, Plausibilität, Schlussfolgerungen (Inferenzen) und Kohärenz mit anderen Aussagen, Beziehungen und Zeichen können zur Prüfung und Bestimmung des Wahrheitsgehaltes verwendet werden. Die Wahrheit ist ein notwendiges Beiprodukt der Sprache und ist strukturell eng mit Beschreibung, Bedeutung und Verstehen verbunden als ein subjektives Geflecht von Zeichen und regelmäßigen Beziehungen, indem aus Beziehungen und Beziehungsregeln verwandte Beziehungen erschlossen werden können.

Die Bedeutung einer Aussage oder Beschreibung liegt in ihrer Wirkung auf das Subjekt, gleichwohl als Sprachgemeinschaft wie als Individuum, in der Form von Überzeugung, Erkenntnis, Wissen, Zielsetzung und schließlich Möglichkeit, Absicht und Ausführung von Handlungen und Sprechakten. Die Wahrheit des Satzes "ein Hund ist ein Tier" ist nicht allein aus dem Satz selber oder seinen Teilen zu erschließen, sondern nur dann, wenn die subjektiven Vorstellungen zu den Zeichen Tier und Hund passend sind, d.h. wenn wir zu Tier und Hund gemeinsame wahre Beziehungen herstellen auf Grund von Sinneswahrnehmungen oder Gedanken, wie z.B. "kann sich frei bewegen und selbstständig ernähren". **Während Bedeutung also eine Wirkung der Sprache auf das Subjekt ist, ist die Wahrheit eine Wirkung des Subjekts auf die Sprache**.

Die Sprache bietet die Möglichkeit, beliebige Zeichen zueinander in Beziehung zu setzen, unabhängig von Wahrheit und Wirklichkeit, unabhängig von Wahrnehmung, Erinnerung und Handlung. Daher sind zur Klarstellung die sprachlichen Wahrheitswerte "ungewiss" und "unbekannt" notwendig, zusätzlich zu den logischen Werten wahr und falsch. Jeder Mensch hat einen Geburtstag und eine Augenfarbe, auch wenn ihr genauer Wert für Andere ungewiss, aber erfahrbar ist, so dass ein Platzhalter vorgesehen werden kann. Dagegen hat nicht jeder Mensch ein Auto oder ein Handy, deren Attribute, wie das Kennzeichen, daher nicht existent und unbekannt sind. Der Informationsgehalt beider Wahrheitswerte ist somit nicht genau gleichwertig, denn "ungewiss" in diesem Sinn beinhaltet die Kenntnis der Existenz, so dass der Informationsgehalt etwas höher ist.

Wegen der Unabhängigkeit der Sprache von sinnlichen Wahrnehmungen kann zwischen einem sprachlichen Konstrukt als Aussage und der Beschreibung einer Wahrnehmung ein Widerspruch entstehen. Das ist die Begründung für die Erfindung des Wahrheitsbegriffes. Wahrheit ist die Äquivalenz zwischen der Bedeutung eines Sprachkonstrukts und der sprachlichen Beschreibung einer Wahrnehmung, Erinnerung oder Handlung zu demselben Sachverhalt. Der Wissenschaftsphilosoph Bas van Fraassen (*1941, The Scientific Image 1980) bezeichnet eine solche Auffassung als "empirische Adäquatheit" im Rahmen des konstruktiven Empirismus. Das Problem dabei ist, dass konkurrierende Theorien zur Erklärung eines Phänomens zwar jeweils empirisch adäquat, aber zueinander inkompatibel sein können, wie Wellen- und Teilchentheorien. Man kennt die Differenzen zwischen Zeugenaussagen zum Hergang von Unfällen oder Verbrechen, weil sie oftmals bereits Deutungen oder

Wertungen der Beobachtungen als Theorien beinhalten. Unberücksichtigt bleibt dabei die zusätzliche Möglichkeit der unbewussten Wahrnehmungs- und Erinnerungstäuschungen. Absolute, bedingungslose oder universale Wahrheit ist eine Fiktion oder ein Ideal wie die Unendlichkeit oder die Ewigkeit, ein hilfreiches, aber unwirkliches Produkt des Denkens. Wahrheit besitzt Gültigkeit immer nur in Bezug zu vorausgesetzten Axiomen, Definitionen oder Annahmen.

Daher ist es möglich, auch Zeichen wie "Einhorn" zu akzeptieren und darüber gültige Aussagen zu machen, ohne mit der Wahrheit in Konflikt zu geraten. Der Konflikt kann dann entstehen, wenn die Sinnesorgane, einschließlich der Sinne der Haut wie Berührung, Druck und Temperatur, als Ursprung des Zeichens an der Beziehung beteiligt werden: "ich habe das Einhorn gestreichelt". Der Ausdruck "Das Einhorn ist ein Reittier" ist mit Zeichen zu vergleichen, die ein Einhorn als Reittier abbilden, wobei eine Regel der Beziehung zwischen Einhorn und reiten darin besteht, dass ein Mensch auf einem solchen Tier sitzen können muss. Gibt es ein solches Zeichen, dann ist der Ausdruck wahr, unabhängig von der Wirklichkeit. Dagegen ist kein Zeichen "Einhorn" bekannt im Zusammenhang mit kohärenten Zeichen der anderen Sinne in einer für ein Einhorn geeigneten wirklichen Umgebung. Daher ist die Vermutung berechtigt, dass es das Einhorn nicht in der Wirklichkeit gibt, wohl aber in der Vorstellung geben kann. Da Wahrheit also von subjektiver Erkenntnis abhängig ist, kann sie nicht absolute Gültigkeit beanspruchen, sondern hat immer hypothetischen Charakter. Insofern können auch Glaubenssysteme wie die Theologie konsistent sein, solange sie nicht die sinnliche Wahrnehmbarkeit oder Erfahrbarkeit transzendenter Entitäten behaupten.

Die Schaffung von Zeichen ohne Bezug zu den Sinnen ist eine der herausragenden Leistungen der menschlichen Kognition und hat die Kultur hervorgebracht, hat in der Form politischer Ideologien aber auch viel Unheil angerichtet. Wahrheit ist selber ein Begriff der Sprache ohne Bezug zur Wirklichkeit. Das Leben verlangt nicht Wahrheiten, es begnügt sich mit Argumenten zur Begründung und Rechtfertigung von Sätzen oder Äußerungen. Der Philosoph Hans Albert (*1921) bezeichnet den Letztbegründungsanspruch für Wahrheit, ausgehend von Aggripas Trilemma der antiken Skeptiker, als Münchhausen-Trilemma, weil jeder Versuch der Letztbegründung notwendig in einem infiniten Regress, einem Zirkelschluss oder dem willkürlichen Abbruch enden müsse. Ebenso ist die allmähliche Annäherung von Erkenntnis an Wahrheit im Verlauf wissenschaftlicher Forschung eine Illusion, weil dazu die Wahrheit bereits bekannt oder erkennbar sein müsste. Dann aber wäre eine Annäherung nicht mehr nötig. Dass die Begründung der Wahrheit von Äußerungen im wirklichen Leben oftmals sekundär ist, zeigt die Wirkung von Gerüchten. Dann hängt die Akzeptanz von Botschaften sehr viel stärker von der Verlässlichkeit oder Vertrauenswürdigkeit der Nachrichtenquelle ab als vom Inhalt der Nachricht.

Zusammengefasst lassen sich drei Begründungsschichten von Wahrheit unterscheiden: das rationale Denken, die sinnliche Wahrnehmung, die Bedeutung der sprachlichen Begriffe. Die sprachlichen Begriffe reflektieren das Denken, die Wahrnehmung, die Erfahrungen und das Erleben, sie bestehen also nicht unabhängig. Eine mögliche vierte Schicht zur Letztbegründung wäre die Transparenz oder Selbstoffenbarung und Verlässlichkeit der Erkenntnisquellen. Diese Schicht müsste dann eine

überweltliche, gottgleiche Wesenheit sein, so wie Descartes es in seinen Meditationen zur Philosophie annahm. Aus der Wahrheit von Erkenntnis ließe sich dann notwendig die Existenz dieser Wesenheit ableiten.

Von der Wahrheit zu unterscheiden sind Wissen und Kenntnis, weil sie der Möglichkeit des Irrtums ausgesetzt sind. Den Unterschied kann man verdeutlichen anhand der bekannten Fernsehserie "Wetten dass". Die Kandidaten haben ein Wissen als eine Menge von Überzeugungen und Kenntnissen um Sachverhalte, weswegen sie als Kandidaten ausgewählt sind. Wissen stellt eine Beziehung her zwischen dem Subjekt des Wissens - einem Wettkandidaten als Beispiel - und einer Menge zweckmäßiger, handlungsbestimmender Informationen oder Kenntnisse als prozedurales Wissen oder einer Menge von Aussagen oder Propositionen bzw. Informationen oder Überzeugungen als deklaratives Wissen. Der Wahrheitsgehalt des Wissens wird jedoch erst im Verlauf der Wette bestimmt, wenn es darum geht, das Wissen an den Sachverhalten der Wirklichkeit zu prüfen. Die Wirklichkeit ist nur über subjektive Wahrnehmung, Erfahrung und Erleben zugänglich. Daher ist eine Korrespondenz oder Übereinstimmung mit der Wirklichkeit kein verlässliches Wahrheitskriterium.

Wissen ist - wie Informationen - eine Menge von Zeichen und Beziehungen zwischen Zeichen; Zeichen und Beziehungen formen Strukturen. Wahrheit als Merkmal des Wissens dagegen beschreibt die Beziehung zwischen den Zeichen des Wissens und den Zeichen der tatsächlichen Wahrnehmungen durch die verschiedenen Sinnesmodalitäten. Historisches Wissen muss auf Erzählungen von Augenzeugen, meist über mehrere Instanzen, auf

Dokumente oder auf archäologische Artefakte bezogen werden, um den Anspruch auf Wahrheit prüfen zu können. Wahrnehmung überhaupt und die Beschränkung auf eine einzige Modalität der Wahrnehmung im besonderen kann leicht zu Täuschungen führen. Wenn man weiß wie Wölfe heulen, kann man Wolfsgeheul akustisch erkennen, aber trotzdem nicht mit dem Anspruch auf Wahrheit behaupten, dass das gehörte Geheul tatsächlich von einem Wolf stammt, denn es könnte von einer Person nachgeahmt sein oder von einem geeigneten Instrument oder Tonträger kommen. Der Wahrheitscharakter der Wahrnehmung ergibt sich aus ihrer Einbettung in ein System vergangener und gegenwärtiger Wahrnehmungen, also Situationen, Erfahrungen und Gewohnheiten und der daraus folgenden Kompatibilität oder aber Widersprüchlichkeit. Wahrnehmung ist nie isoliert oder redundanzfrei, wenn sie zuverlässig ist. Der Wahrheitsbezug von Wahrnehmung, Erfahrung und Erleben ist eingebettet in das Netzwerk von biologischer Evolution, Entwicklung des Individuums und der Kultur mit traditionellen Weltdeutungen, mit Sprachgewohnheiten, Technologien und Kommunikationsformen. Das bedeutet automatisch, dass Wissen, Erkenntnis und Wahrheit immer von Vorwissen oder von Theorien abhängig sind und keine Ewigkeitsgültigkeit beanspruchen können.

Wissen ist auch ohne Wahrheitsanspruch ausreichend für die praktische Lebensbewältigung, solange es keine Gründe gibt, das Wissen zu verwerfen oder zu ersetzen, sei es durch eigene Wahrnehmung und Erfahrung, durch Lernen oder durch Nachrichten von Mitmenschen. Besonders bei Unfällen ist schnelles Handeln meist wichtiger als die letzte Wahrheit um Zustand, Hergang und Ursache. **Wissen ist potenzielle**

Erfahrung. Seine Bedeutung spiegelt sich in der Erwartung von Ereignissen und den Notwendigkeiten, Möglichkeiten und Freiheiten eigenen Handelns. Die Qualität des Wissens offenbart sich in der Kongruenz von Erwartung und Erfahrung und in erfolgreichem Handeln, also in seiner Zuverlässigkeit. Dabei liegt der Wert nicht so sehr in der Zuverlässigkeit der Vergangenheit, sondern im Versprechen der Zuverlässigkeit für die Zukunft.

Damit ist leicht einzusehen, dass Wissen und Wissenschaft entscheidende Voraussetzungen sind für zielorientiertes, erfolgreiches Planen und Handeln zur Bewältigung und Gestaltung des Lebens. Die Menschen erwarten, dass Medikamente und technische Geräte wie vom Verkäufer versprochen sehr zuverlässig funktionieren, nicht nur manchmal, vielleicht, hoffentlich, gelegentlich, zufällig oder nur unter günstigen Umständen. In aller Regel gehört dazu das Wissen um den Grund oder die Ursache des Funktionierens oder der Wirkung. Daraus ergibt sich der Zweck und die Bedeutung der Kenntnis und Anwendung wissenschaftlicher Methodik als Gegensatz zum Glauben, Vermuten und Meinen. Der Unterschied zwischen Wissen und Glauben liegt somit nicht in Wahrheiten oder Beweisen. Wahrheit ist die logisch ableitbare oder die empirisch bestätigte Zuverlässigkeit von Wissen. Schon William James hatte diese als Instrumentalismus oder Pragmatismus bezeichnete Einstellung zur Bedeutung von Wahrheit vertreten. Dabei ist zu bedenken, dass individuelles Wissen nie isoliert bewertet werden darf, sondern als Teilmenge des Weltwissens in inferenziellen Netzwerken von Aussagen und Bedeutungen notwendig zu diesem kompatibel sein muss. Die Inkompatibilität von Relativitätstheorie und Quantentheorie zueinander ist

bislang das größte Problem der Physik.

Wörter als Zeichen, sowie Beziehungen zwischen Zeichen bilden das Fundament der Sprache. Die Grundform des grammatikalischen Satzbaus mit Subjekt, Prädikat, Objekt entspricht der Struktur Zeichen-Beziehung-Zeichen genauso wie der Grundstruktur logischer Aussagen mit Subjekt und Prädikat. Das Objekt ist bei einer logischen Aussage implizit oder explizit bereits im Prädikat enthalten. Die Sprache liefert die Möglichkeiten, die Zeichen in komplexere Beziehungen einzubetten wie Zeit und Raum, Ursachen und Wirkungen, Mengen und Elemente, Zwänge und Möglichkeiten, Einzahl und Vielzahl und andere Gegebenheiten der Wirklichkeit und des Denkens.

Da Menschen ein allgemeines und gemeinsames Weltverständnis haben, muss in der Sprache nicht jede Beziehung explizit zum Ausdruck gebracht werden. Schon ein Minimalsatz wie "es regnet" beschreibt ein ganzes Szenarium an Erscheinungen, Gegenständen, Ereignissen und Zuständen in Raum und Zeit. Der Empfänger der Botschaft kann sich auf Grund seiner Kenntnisse, Erinnerungen, Gewohnheiten und Lebenserfahrungen eine Vorstellung davon machen und dem Satz einen Bedeutungsrahmen geben, indem er implizit eigene Zeichen und Beziehungen hinzufügt, von denen er meint, dass sie der Intention des Sprechers genügen. Der Sprachphilosoph Paul Grice (1913-1988) nennt solche Ergänzungen *Implikaturen*. Es sind unausgesprochene Referenzen zur Welt der Kommunikationspartner, die als bekannt angenommen werden. Dass hierin Quellen für Missverständnisse und Ursachen für das Misslingen der Kommunikation liegen, man denke an die räumliche und zeitliche Verteilung der

Kommunikationspartner im Internet, mit diversen Problemen und Fehlermöglichkeiten für die Kognitive Kybernetik als Folge daraus, dürfte klar sein. Berühmt geworden sind die sogenannten "Krisenexperimente" des Soziologen Harold Garfinkel (1917-2011), in denen sowohl die Vagheit der Sprache als auch die für den Erfolg eines Kommunikationsvorgangs maßgeblichen stillen Vorannahmen und Konventionen deutlich gemacht wurden. Für die Kommunikation zwischen Maschinen ist die natürliche Sprache daher nicht geeignet und muss ersetzt werden durch eine formalisierte Sprache.

"Das Pferd ist mein Onkel". Dies ist offenkundig ein sinnloser Satz bzw. eine sinnlose Beziehung zwischen Sprachzeichen. Woran aber ist die Sinnlosigkeit einer Beziehung zu erkennen? Unser Weltwissen sagt uns, dass Verwandtschaftsbeziehungen nur sinnvoll sind zwischen Menschen oder allgemein in einer Population einer Spezies. Auch dieser Satz stellt eine Beziehung dar, hier die Beziehung "ist sinnvoll" zwischen einem Beziehungstyp und einem Objekttyp. Das Problem ist also nicht wirklich gelöst, sondern nur um eine Stufe verlagert, auf eine Metaebene der Sprache, denn das Wissen über die Welt ist letztlich wieder nur durch Sprache darstellbar und vermittelbar. Das kann nur bedeuten, dass zusammen mit dem Erwerb der Sprache das Weltwissen zum Gebrauch der Sprachzeichen mitgelernt werden muss. Die Lösung ist ein Prozess des Bootstrapping zum Spracherwerb, bei dem mit wenigen Zeichen beliebigen Typs - zum Beispiel Bilderbücher - begonnen wird, die dazu benutzt werden, neue Sprachzeichen zu beschreiben und dadurch den Sprachumfang allmählich aus sich selbst heraus auszubauen. Dieser Bootstrapping-Prozess ist möglich durch die riesige Redundanz der

sprachlichen Begriffe, Regeln und Ausdrücke, die es ermöglicht, Zeichen mit unbekannter Bedeutung in Beziehung zu setzen zu Zeichen bereits bekannter Bedeutung und ihnen dadurch eine Bedeutung zuzuordnen.

Im Zusammenhang mit Kybernetik und Zeichen sind die Begriffe *Daten* und *Signale* zu behandeln, die vielen Missverständnissen ausgesetzt sind. Beide Begriffe beschreiben Teile von Informationen. Als Daten werden die Entitäten bezeichnet, die in der Information zueinander in Beziehung stehen. In dem Ausdruck "A ist Vater von B" sind A und B die Daten, die durch "ist Vater von" zueinander in Beziehung gesetzt werden. In Tabellen tritt die Beziehung, z.B. "ist Vater von", meist als Spaltenüberschrift auf und die Daten erscheinen als Zahlen- oder Zeicheneinträge in einer Zeile.

Ein Signal beschreibt die Festlegung des Wahrheitswerts einer bestimmten Information, insbesondere die Veränderung seines Wahrheitswertes, meist von Falsch nach Wahr oder von Undefiniert nach Wahr. Der Informationsgehalt eines Signals ist also genau ein Bit. Beispiele für Signale sind der Startschuss für ein Sportereignis, das Läuten des Weckers oder die Verkehrsampel. Ein Signal markiert ein Ereignis oder eine Zustandsänderung. Zu beachten ist bei beiden Begriffen, dass der Rest der Information beim Empfänger bereits als Wissen bekannt sein muss. Beim Startsignal weiß der Sportler, was er zu tun hat, auf welche Information sich das Signal also bezieht; oder umgekehrt: einer Information bzw. Handlung kann ein bestimmtes Signal zugeordnet sein. In einem weiteren Sinn bilden Signale die Brücke zwischen Materie und Information oder Körper und Geist, weil sie als bedeutungstragende Wahrnehmung und Transformation materieller oder energetischer Zustände eines

Signalträgers verstanden werden können. Selbstverständlich werden Daten und Signale durch Zeichen repräsentiert.

Die Übertragung von Daten und Informationen und darauf aufbauend die Kommunikation setzt sich aus bestimmten, immer wiederkehrenden Prozessen zusammen. Der Sender beginnt mit der Expression seiner Gedanken, Ideen, Gefühle, dessen was er kommunizieren will. Das zu Übertragende wird dabei in Text, Sprache, Töne oder Bilder kodiert. Damit ein Empfänger die Intentionen des Senders verstehen kann, muss die Kodierung festgelegten Konventionen genügen. Die Übertragung auf bestimmten, oftmals mehreren verschiedenen Medien auf dem Übertragungsweg zwischen Sender und Empfänger erfordert jeweils dafür geeignete, spezifische Kodierungen, so dass für die Übertragung insgesamt mehrere Transkodierungen notwendig sein können. Auf der Empfängerseite muss die Information entsprechend dekodiert werden. Schließlich muss der Empfänger die dekodierte Information interpretieren, als Impression auf sich wirken lassen. Am Ende steht die Applikation, die Anwendung der Information als Ausführung einer Handlung oder als Aktivierung einer Maschine.

Ein Komponist drückt seine Ideen in Tönen auf seinem Musikinstrument aus. Die Kodierung erfolgt als Zeichen in dem bekannten Notensystem, wodurch die Musik als Information in Raum und Zeit gespeichert wird. Die Übertragung der Noten an Musiker geschieht über die Papierform oder über elektronische Übertragung im Internet als Bitmuster. Der Empfänger kann die Noten lesen, verstehen, interpretieren und als seine eigene Impression auf seinem Instrument wiederum als Expression spielen,

möglicherweise beruflich als Applikation in einem öffentlichen Konzert. Die Übertragung der Musik an sich geschieht im Prinzip auf dieselbe Weise: über die Expression zur Aufzeichnung und Kodierung mittels Digitalisierung als Bitmuster auf CD oder im Internet und die Transkodierung in der Soundkarte des Computers und im Lautsprecher und schließlich den Empfang und die Dekodierung über das Ohr im Nervensystem. Letztlich wirkt die Musik wieder als Impression mit psychophysiologischen Reaktionen auf das Gemüt.

Kybernetik ist als eine organisierte Handhabung ausgewählter Zeichen und Symbole zu verstehen. Der Umfang des Zeichenvorrats, sowie die Schnelligkeit und die Zuverlässigkeit, mit der Zeichen erkannt und zu anderen Zeichen in Beziehung gesetzt werden, ist eine wichtige oder sogar die wichtigste Komponente der Intelligenz. Ein anschauliches Beispiel für die Verarbeitung von Zeichen in einem komplexen Zeichensystem ist die Arbeit der Piloten in den Flugzeugen und die der Fluglotsen in den Kontrollräumen mit einer Vielzahl fachspezifischer Zeichen sehr unterschiedlicher Zeichentypen aus vielen unterschiedlichen Quellen zur dynamischen Steuerung und Kontrolle des Flugverkehrs. Die kybernetische Bedeutung, die hier der zuverlässigen Erkennung, Weitergabe und Verarbeitung der Zeichen zukommt, muss nicht eigens betont werden, sie gilt für die Jäger eines Naturvolkes bezüglich des lebensnotwendigen Jagderfolgs genauso wie für Fluglotsen.

Kognitive Kybernetik

Um das Wesentliche im Unterschied zur Physikalischen Kybernetik vorwegzunehmen: der Wechsel von einem Ausgangszustand in einen Folgezustand ist bei Lebewesen mit einer Mindestform von Intelligenz (von einer Intelligenz beobachtete Intelligenz) vom angestrebten Folgezustand oder Zielzustand abhängig. Anders ausgedrückt: ein intelligentes System versucht eigenmächtig so lange den Ausgangszustand in einen Folgezustand als neuen Ausgangszustand zu verändern, bis der Zielzustand erreicht ist. Das ist in Wirklichkeit eine Definition von Intelligenz: die Erkennung bzw. Bestimmung und die Erreichung von Zielen oder Zielzuständen.

Nun ist diese Definition noch sehr allgemein und daher wenig informativ. Wenn das Ziel über eine direkte Schienenverbindung erreichbar ist, dann ist dafür noch keine Intelligenz erforderlich. Sind verschiedene Wege zum Ziel möglich und ist das Ziel selber vom Startpunkt schon sichtbar, dann bedarf es nicht allzu viel Intelligenz. Soll im Gegensatz dazu ein noch unsichtbares Ziel mit schwierigen Hindernissen dazwischen erreicht werden, dann zeigt sich die Intelligenz. Insofern findet sich eine treffende Beschreibung von Kriterien der Intelligenz schon in der Odyssee von Homer. Die Hindernisse auf dem Weg zum Ziel sind nur mit kybernetischem Denken zu überwinden und sie liefern einen Maßstab für Intelligenz. Während zur Zeit Homers die Intelligenz vornehmlich noch mit Körperkraft, Mut, Heldentum und Schläue assoziiert war, wurde es in jüngerer Zeit die Bildung, die Vernunft und der Berufserfolg.

Dass der Mensch überhaupt nach Zielen strebt, die notwendig außerhalb

des Organismus liegen und daher Interaktionen mit der Umwelt notwendig machen, ist mit der Intentionalität seiner mentalen Funktionen verbunden. Der Begriff wurde von dem Philosophen und Psychologen Franz Brentano (1838-1917) als spezifisch mentales Merkmal des menschlichen Bewusstseins eingeführt. Darunter wird die Ausrichtung der mentalen Funktionen des Subjekts auf Objekte der Welt oder des Denkens verstanden. Die Verwandtschaft mit der grammatischen Satzform der Sprache von Subjekt, Prädikat, Objekt und mit dem Begriff der Information als binäre Relation ist unverkennbar. Dieser Zusammenhang ist nicht verwunderlich, denn Sprache und Information sind Ausdrucksformen des Bewusstseins und beginnen mit der Wahrnehmung von Differenzen, aus denen sich unmittelbar Relationen ableiten wie Welt und Ich. Somit verweisen diese Zusammenhänge auf sehr tiefliegende oder fundamentale Gesetzmäßigkeiten des menschlichen Geistes.

Das menschliche Subjekt und seine Intentionalität sind Erzeugnisse der Interaktionen mit der Welt und der individuellen Entwicklung der Interaktionsformen. Deshalb reflektieren die Funktionen und Phänomene des Geistes und mit ihnen die Sprache die Wechselspiele des Subjekts mit der eigenen Körperlichkeit und mit der Welt. Das bedeutet letztlich, Intentionalität ist nicht eine exklusive Eigenschaft des menschlichen Geistes, sondern bereits eine charakteristische Eigenschaft des Lebendigen an sich, als Gerichtetsein auf die Welt oder als lebensnotwendige und zweckmäßige Interaktion mit der Welt. Im Menschen kommt sie jedoch bewusst zum Ausdruck.

Komponenten der Intelligenz:

Form	Ziel, Motiv	Träger	Erwerb	Prothesen
biologisch	Lebenserhaltung Hunger, Angst	Instinkt Körper	Evolution Training	Mechanik
formal	Existenzsicherung Wohlstand	Verstand Gedächtnis	Erziehung Ausbildung	Computer
sozial	Macht Prestige	Bewusstsein	Erziehung Erfahrung	Ämter, Titel Waffen
mystisch	"Himmel" Paradies	Unterbewusstsein Seele	Erziehung Medien	Religionen Ideologien

Die Ziele entstammen den biotischen Bedingungen des Lebens und sind Projektionen des darwinistischen *struggle for life* in die zeitlichen und empirischen Dimensionen des Bewusstseins zur Erreichung und Erhaltung eines Zustandes des Wohlbefindens. Die Bewertung und Beurteilung der Zulässigkeit, Richtigkeit oder sozialen Güte von Zielen ist Gegenstand von Ethik und Moral, während die Qualität der Ziele wie Erreichbarkeit, Angemessenheit, Nützlichkeit und Vorteilhaftigkeit Sache der Vernunft ist. Grundlagen der Bewertung sind die individuellen Lebenserfahrungen und Empfindungen, sowie das zu erlernende kulturelle Erbe der Gemeinschaft

als Wissen und als kollektive Weltanschauung. Der Schwierigkeitsgrad der Ziele und die Eleganz und die Effizienz, eventuell auch die Schnelligkeit der Problemlösung - im Alltags(miss)verständnis auch die Vorteilhaftigkeit - gelten gewöhnlich als Gradmesser der Intelligenz und des Verstandes. Da Intelligenz nur rückschließend über die zu beobachtenden Aktivitäten und Äußerungen eines Menschen erkennbar ist, findet man oftmals zirkuläre Begriffserklärungen für Intelligenz oder die Gleichsetzung mit Vernunft und Verstand. Äquivalent zur Erreichung von Zielen ist die erfolgreiche Ausführung von Aufgaben und die Lösung von Problemen als Anwendungsfelder der Intelligenz.

Die Intelligenz ist eine komplexe Aggregation mehrerer Vermögen, als notwendige, körperlich-organische Grundlagen, sowie mehrerer Operationsformen zur Realisierung der Vermögen. Dazu gehören die verschiedenen Wahrnehmungsvermögen, das Erinnerungsvermögen, das Vorstellungsvermögen, das Handlungsvermögen, das Empfindungs-vermögen, das Bewegungsvermögen und das Sprachvermögen. Operationen der Intelligenz sind Vergleichen, Entscheiden, Schlussfolgern, Generalisieren, Spezialisieren, Aggregieren, Segregieren, Abstrahieren, Strukturieren, Kategorisieren, Identifizieren. Vermögen und Operationen wirken zusammen in verschiedenen Kombinationen und sind gegenseitig voneinander abhängig. Die Vermögen sind wesentlich von den Erbanlagen bestimmt, während die Operationen hauptsächlich schon vom Beginn des Lebens an erlernt werden müssen, wozu die Umwelt als passive Reizquelle und als Interaktionspartner entscheidend beiträgt. Die ständige Wahrnehmung des eigenen Körpers, der eigenen Bewegungen und Handlungen garantiert die kybernetische und unmittelbare Kontrolle von

Absichten und Wirkungen und damit sehr effektives Lernen. Aus Kombinationen der Operationen ergeben sich die höheren Funktionen der Kognition wie Erkennen, Verstehen, Bewerten, Urteilen, Vorhersagen, Erwarten, Planen.

Einsicht und Verstehen ist Bedingung für die Möglichkeit begründeter Vorhersagen von Handlungsfolgen, die wiederum Bedingung für eine aussichtsreiche Bestimmung von Zielen sind. Während Verstand eine persistente Eigenschaft bzw. Fähigkeit, Instrument und Funktionszweck des menschlichen Geistes zur Gewinnung und Anwendung von Wissen über lebensrelevante Sachverhalte ist, so ist die Vernunft gerade keine solche Fähigkeit. Verstand kann folglich in die Zukunft projiziert werden, was als eine Grundlage des individuellen Lebens zu werten ist, indem Menschen auf Grund ihres Verstandes - und in der Erwartung dessen Wirkung - in Anstellungen übernommen, in politische Ämter gewählt und für Führungsaufgaben bestimmt werden. Dagegen kann ein Mensch morgens vernünftig, abends genauso unvernünftig handeln, z.B. in Form oder als Folge übermäßigen Alkoholkonsums, ganz unabhängig von Verstand, Intelligenz und Bildung! Vernunft ist an die Handlungsmöglichkeit - bzw. Sprach- und Denkmöglichkeit - der Person gebunden und ist somit eng verwandt mit dem Willen. Ein Mensch im Koma hat keine Möglichkeit zu Vernunft und Willen. Daher ist das erste Gebot der Vernunft, die Handlungsmöglichkeit zu bewahren, damit also das Leben selbst als dessen Voraussetzung zu bewahren.

Ohne philosophischen Anspruch kann man behaupten, dass der Verstand mittels Wahrnehmung, Erkenntnis und Bildung mit den Kausalitäten und

Gesetzmäßigkeiten der Welt und den Gegebenheiten und Notwendigkeiten des Lebens beschäftigt ist. Der passive Teil des Verstandes sind Wissen, Verstehen und Einsicht, der aktive Teil sind die Vermögen des Erkennens, Schlussfolgerns und Urteilens. Einsicht und Verstehen als Wissenszuwachs kommen aus Erfahrungen, oftmals heuristisch durch Vergleiche und Analogien, durch spontane Intuition oder experimentell, allesamt bei Beobachtung kontingenten Verhaltens lebender oder anderer komplexer Systeme, manchmal als Resultat gezielter Anwendung des Verstandes als Logik und Begriffsbildung und von Kommunikation mit Lehrern. Die größte Bedeutung von Einsicht oder Verständnis liegt in der Übertragbarkeit auf ähnlich strukturierte Situationen, so dass sie vielfältige Problemlösungen möglich macht und das kreative Potenzial des Menschen zur Geltung bringen kann. Einsicht ist Voraussetzung und Grundlage von Vernunft, indem sie Wünsche und Überzeugungen miteinander verbindet zu erfolgversprechenden Handlungsmodellen. Vernunft ist bezogen auf die Möglichkeiten, die Freiheiten und die Wirkungen des Handelns sowie der sprachlichen Äußerungen, so dass die daraus folgenden und erforderlichen Entscheidungen und Urteile mit den zugehörigen Begründungen und Rechtfertigungen mit ihr verbunden sind. Die Urteilskriterien liegen außerhalb der Person in Natur und Kultur, in den Objekten des Handelns.

Vernunft ist somit keine Funktionsweise des Geistes, wie es die Begrifflichkeit möglicherweise suggeriert, sondern ein qualitatives Merkmal des Urteilsvermögens als geistiger Tätigkeit im Sinne der Vernünftigkeit von Motiven, Absichten und Zielen von Handlungen und sprachlichen Äußerungen, hinter denen die Erhaltung, der Inhalt, der Zustand, die Gestaltung und der Sinn des Lebens als Ziele stehen. An ihrer Bewertung

und ihrer Auswahl sind Verstand, Wissen, Erfahrung, Wille und ebenso Emotionalität, Intuition, Erwartungen, Vorstellungen und Hoffnungen beteiligt, zusammengefasst zur Intelligenz.

Die Vernünftigkeit einer Handlung ist manchmal erst nach ihrer Ausführung zu erkennen und die für eine vernünftige Entscheidung notwendigen Voraussetzungen liegen nicht immer vollständig in der Autonomie der handelnden Person, weil Mittel, Möglichkeiten und Freiheiten notwendig sind. Handlungen stehen immer in Relation zu Natur und Kultur, den Handelnden selber eingeschlossen. Vernunft beschreibt somit Relationen zwischen Mensch und Welt oder Handlungen und Kultur bzw. Natur, die in ihrer epistemischen Erscheinungsform selber Kultur ist. Dadurch ergibt sich eine Wechselwirkung zwischen Vernunft einerseits und Kultur als Artefakt kollektiver Vernunft und als Rahmen und Mittel individueller Vernunft andererseits.

Vernunft ist ein Maßstab für die Befriedigung der Bedürfnisse, für die Bildung und Verwirklichung von Wünschen, für die Bestimmung von Lebenszielen, für die Art von Reaktionen auf Geschehnisse in der Welt, für den Umgang mit der Umwelt, besonders bei Interessenkonflikten. Vernünftige Absichten führen nicht notwendig zu vernünftigen Resultaten und oft genug zu schweren Unfällen. Zur Zeit der Niederschrift dieser Zeilen ist in der Karibik eine Ölplattform explodiert mit mehreren Toten und hat eine Ölkatastrophe verursacht. Alle Vernunft in Form von Maßnahmen zum Brandschutz, zum Löschen des Brandes und zur Verhinderung der Ölausbreitung konnte die Katastrophe nicht verhindern. Umgekehrt kann man von einer vernünftigen Handlung oder von vernünftigen Resultaten

einer Handlung nicht immer eindeutig auf vernünftige Handlungsgründe oder Handlungsmotive rückschließen.

Da Leben ohne Handeln praktisch nicht möglich ist, außer im Zustand der Bewusstlosigkeit, ist Handeln und Verhalten auch ohne Zielgerichtetheit möglich und kann einen Eigenwert besitzen, der als Reflex, als spontane Reaktion, als Ritual, als Trieb oder als Gewohnheit in Erscheinung tritt. Häufig stehen Vernunftgründe miteinander oder mit denen von Mitmenschen in Konflikt. Diese Handlungsformen sind dann nicht vom Verstand, sondern oftmals von Emotion geleitet und können auch unvernünftig oder vernunftfrei sein.

Die menschliche Intelligenz erwächst aus der Integration von Verstand, Wissen, Einsicht, Urteilsvermögen, Wille und Vernunft und ist nicht ohne eine Form von Sprache möglich. Die Abstraktion und Symbolisierung der Lebenswelt in sprachlichen Begriffen ermöglicht die willkürliche Kombination der sprachlichen Elemente zu Ausdrücken der Nichtwirklichkeit, also der Möglichkeiten, der Unwahrheiten, der Phantasien, der Absichten und Vorstellungen. Nur dadurch können Ziele für die Zukunft gesetzt und als Pläne dargestellt und über geeignete Handlungen verwirklicht werden. Da die Elemente der Sprache erst aus eben diesen Funktionen entstehen konnten, ist daraus auf die wechselseitige Entwicklung von Sprache und Intelligenz zu schließen. Die zusätzliche soziale Kommunikationsfähigkeit über die Sprache dürfte die Entwicklung der Intelligenz noch erheblich beschleunigt haben. Eine der Funktionen von Intelligenz ist das Erkennen wiederholt vorkommender oder ähnlicher Situationen und die Bildung und Variation wiederholbarer

Handlungsmuster, insbesondere auch im Arbeitsleben.

Das Erkennen von Zielen und Absichten beginnt bereits im Säuglingsalter. Zunächst dienen unbewusste Gesten dazu, die Aufmerksamkeit von Mutter und Vater zu erregen und auf Objekte zur gemeinsamen Kommunikation zu lenken. Aus den wiederholten Interaktionen mit den Bezugspersonen schälen sich ritualisierte Handlungsmuster heraus, zum Beispiel das Heben der Arme, das von der Bezugsperson als spezifische Willensbekundung gedeutet und beantwortet wird. In der ersten Phase des Lebens bestimmt die gegenseitige Beobachtung und Deutung des Verhaltens und seiner Wirkungen das weitere Verhalten. Ein entscheidender Fortschritt, beginnend im Alter von etwa neun Monaten, ist das Erkennen und Verstehen des Handelns der Bezugspersonen als intentional wie das eigene Handeln (Michael Tomasello: Die kulturelle Entwicklung des menschlichen Denkens).

Das soziale Leben beinhaltet im wesentlichen das Verstehen der Absichten der näheren Mitmenschen und das Harmonisieren mit den eigenen Absichten. Die Harmonisierung reicht von der Ablehnung und Zurückweisung bis zur vollständigen, zeitweisen oder dauernden Übernahme der Absichten des Gegenüber, oder die Übertragung eigener Absichten auf die sozialen Partner, mit Verhandlungen und Auseinandersetzungen. Die Absichten der Gesellschaft sind festgelegt in Gesetzen, in Traditionen und in sittlichen Grundsätzen und sind im allgemeinen nicht oder nur nach institutionalisierten Regeln verhandelbar.

Kaum ein Ziel ist auf direktem Wege ohne Widerstände, Mühen und Kosten erreichbar. Willensstärke und Ausdauer sind nötig, um alle Widerstände zu

überwinden. Intelligenz und Kompetenzen sind nötig, um unüberwindbare Widerstände abzubauen oder zu umgehen, Umwege zu machen, Zwischenziele anzupassen und trotzdem das eigentliche Ziel nicht aus den Augen zu verlieren. Schon bei der Zielbestimmung die Widerstände zu erkennen und zu berücksichtigen, beispielsweise durch gründliche Introspektion und kritische Reflexion eigenen Verhaltens, steigert die Erfolgsaussichten. Viele Bücher sind zu diesem Zweck geschrieben worden als Erfolgs- und Psychoratgeber und zeugen von diesen für das menschliche Leben zentralen Funktionen. Konkurrenz, Konflikte und Kampf durchziehen die Menschheitsgeschichte deswegen wie der sprichwörtliche rote Faden.

Die Grundsätze, Methoden und Technologien zur Erreichung von Zielen sind Gegenstand der Systemkybernetik. Schwierige, ungünstige und veränderliche Bedingungen in Folge von Komplexität und Dynamik der Umwelt und des Lebens selber bilden die eigentlichen Herausforderungen für die Kybernetik. Analog zu der Aufgabe ein Ziel anzustreben ist die Aufgabe, einen eingenommenen Zielzustand oder überhaupt einen Zustand zu erhalten. Das bedeutet Abweichungen zu erkennen und zu minimieren oder zu beseitigen. Das Erkennen und das Vergleichen von Zuständen sind Basisfunktionen dazu. Das klassische Beispiel dafür wie für Kybernetik überhaupt ist der Thermostat. Kognitive Kybernetik ist gekennzeichnet durch die Selbstbestimmung der Ziele, die Erkennung und Kontrolle des eigenen Zustandes und die Planung der notwendigen Absichten und Handlungsschritte. Dabei gibt es aus Sicht der Kybernetik keine prinzipiellen Unterschiede zwischen den bewussten Zielen des Menschen und den als-ob-Zielen in der Tier- und Pflanzenwelt. Wie kommt

nun die Umkehrung oder Inversion der Kognitiven gegenüber der Physikalischen Kybernetik ohne Konstrukteur ("intelligent Designer") und ohne metaphysische Einwirkungen zustande? Anders ausgedrückt ist es der Gegensatz zwischen der außerweltlichen Kybernetik des Menschen als kognitives System und seiner innerweltlichen Kybernetik als biologischer Organismus.

Auch Lebewesen verfügen über die Funktionen gemäß dem EVA-Schema der Technischen Kybernetik: Rezeptoren als Sensoren - man beachte feine Bedeutungsunterschiede -, Effektoren als Aktoren und das Zentral-nervensystem. Man muss sich dabei aber bewusst sein, dass dieses Schema in diesem Zusammenhang lediglich ein Hilfskonstrukt zum Verständnis ist und die Realität nicht genau widerspiegelt. Biologische Systeme, Subsysteme oder Module sind nicht scharf voneinander abzugrenzen, im Gegensatz zu planmäßig und modular konstruierten technischen Systemen, so dass häufig Verschränkungen von Phänomenen zu beobachten sind. Die Kommunikationsform, im Bezug zur Außenwelt, ist hier in aller Regel halbsynchron und empfängergesteuert, weil asynchrone Übertragung hier zu Chaos und zu Störungen führen könnte und der Sender keine Erfolgskontrolle über den Erfolg der Übertragung hätte. Synchrone Kommunikation ist bei einer großen Zahl von Systemen, bei offenen Übertragungswegen und bei langsamer Übertragung von Stoffen oder Schall mit unterschiedlichen Übertragungszeiten unzuverlässig, praktisch eher unmöglich. Synchrone Übertragung findet allerdings statt in Folge der Makrosteuerung des Lebens durch die Zyklen der Erdbewegungen relativ zur Sonne. In ihrer Abhängigkeit von Wahrnehmung sind kognitive Systeme vornehmlich Signalempfänger. Im

Bezug zur Innenwelt ist die Kommunikationsform in aller Regel asynchron oder halbsynchron und sendergesteuert. Das technische Standardbeispiel für halbsynchrone, sendergesteuerte Kommunikation ist das Telefon, für asynchrone Kommunikation ist es der altehrwürdige Briefkasten und die moderne, elektronische Mailbox wie auch die Homepage im Internet.

Die unterschiedlichen Kommunikationsformen zwischen zwei Systemen wie Regler und geregeltem System sind der Schlüssel zu den unterschiedlichen Formen von Kybernetik: asynchron oder halbsynchron und sender- oder empfängergesteuert. Kompliziert wird die Sachlage durch die verschiedenen Formen der physischen Übertragungswege. Im einfacheren Fall sind geschlossene Wege, wie elektrische Kabel, Pipelines, spezifische Membrankanäle zur Signaltransduktion der Zellen oder das Axon der Neuronen vorzufinden; häufig aber sind offene Wege wie die Luft für Schallwellen, der Raum für Licht, in eingeschränkter Weise auch der Blutkreislauf zum Transport von Sauerstoff und Hormonen mit asynchroner Kommunikation anzutreffen. Offene Übertragungswege ermöglichen unkontrollierte Nebeneffekte, weil die Menge der Empfänger aus Sicht des Senders unspezifisch ist. Auch der synaptische Spalt ist im Prinzip ein offener, allerdings extrem kurzer Übertragungsweg mit asynchroner Übertragung. Oftmals ist der Empfänger ständig bereit, wie beispielsweise Proteine als Transportkanäle in der Zellmembran oder die unbesetzten Rezeptoren der postsynaptischen Membran, so dass die eigentlich asynchrone Übertragung zwischen den Neuronen viel mehr als eine Variante halbsynchron-sendergesteuerter Kommunikation anzusehen ist; eine typisch asynchrone Übertragung funktioniert nur mit Puffer oder Speicher und würde koordinierte Prozesse und damit das Leben überhaupt

unmöglich machen. In der Natur kommt es sehr häufig vor, dass ein Kommunikationspartner bereit ist, der andere aber nicht. Dann muss eine externe Instanz die Synchronisation dieses Partners besorgen. Eine solche Instanz ist häufig ein Enzym, das durch Aktivierung des Empfängermoleküls eine chemische Reaktion zur Signalübertragung einleitet. Die Funktion ist analog der eines Lichtschalters, der die Übertragung von der Spannungsquelle zum Verbraucher synchronisiert. Ursachen von Übertragungen sind lokale Ungleichgewichte wie elektrische Spannungen, pneumatische bzw. hydraulische Druck- oder chemische Konzentrationsdifferenzen, deren Ausgleich zu Kettenreaktionen und zu nebenläufigen Prozessen mit neuen Ungleichgewichten führt. Retrospektiv von außen betrachtet erscheinen die Übertragungen als zweckmäßig, denn anders gäbe es keine Beobachter, weshalb die Lebensprozesse selbstbestätigend sind.

Damit eine sinnvolle Kommunikation stattfinden kann, müssen zuerst die **Regularien der Kommunikation** über alle Kommunikationsschichten bestimmt werden. Dazu gehören die Beschreibungen des physischen Substrats mit der zugehörigen Kodierung - beide zusammen bilden eine Einheit - sowie der Syntax und der Semantik der zur Steuerung der Kommunikation benötigten Techniken und Daten sowie die Festlegung der Abläufe; die Fachleute bezeichnen sie als *Protokolle*. Da dies wiederum nur über Kommunikation geschehen kann, befindet man sich im klassischen Henne-Ei-Dilemma, das allerdings nur aus der Retrospektive ein Dilemma ist, weil man nur die fertige Henne und das fertige Ei betrachtet. Dafür gibt es zwei Auswege: der erste ist der Beginn mit einer sehr primitiven Kommunikation, die allmählich mittels Redundanz und

Bootstrapping ausgebaut wird. Das ist der einzige Ausweg, wenn noch keine andere Kommunikation möglich ist und ist daher der Weg der biologischen Evolution. Der zweite Ausweg ist die Nutzung einer verfügbaren Kommunikationsform, um eine neue Kommunikationsform zu begründen - darauf beruhen die technische und die kulturelle Evolution. Man könnte so weit gehen, zu behaupten, dass das Leben als Erscheinung nichts anderes ist als die Ausprägung von Regularien zur Kommunikation zwischen Molekülen, Zellen, Organen, Individuen.

Obwohl bereits Norbert Wiener wie auch Claude Shannon die Bedeutung der Kommunikation für die Kybernetik biologischer Systeme erkannt hatten - Kybernetik und Kommunikation, Information und Kommunikation, die Themen in ihren bahnbrechenden Werken - findet das bereits erwähnte 7-Schichtenmodell der Kommunikation in den Naturwissenschaften bisher keine Berücksichtigung, weil die Kommunikationsforschung sich in der Vergangenheit hauptsächlich auf die Sprache konzentriert hat, ja sogar die Molekulargenetik versprachlicht hat mit Begriffen und Ausdrücken wie "genetischer Kode" oder "Buch des Lebens". Zunehmend aber wird die Vielfalt und die Bedeutung von Kommunikationsformen zwischen Organismen oder Individuen erkannt, wie intraspezifisch und ebenso interspezifisch wirkende Geruchsstoffe als Botenstoffe sowie aktive Farbmodulationen. Allgemein bekannt sind die intraspezifisch wirkenden Pheromone. In erster Linie zu Nahrungssuche, durch Aufspüren von Beute mittels Geruch, und Feindabwehr, aber ebenso zur sozialen Steuerung wie bei Ameisen, zur sexuellen Stimulation oder als Imponiergehabe zur Revierverteidigung und bei Rangkämpfen sind jeweils spezifische Kommunikationsformen unmittelbar Werkzeuge der Kognitiven Kybernetik

und selbstverständlich ebenso der Soziokybernetik. Kommunikation zwischen Organismen umfasst alle Ebenen des 7-Schichten-Modells. Sie ist ein komplexer Prozess, der nicht nur die bloße Übertragung akustischer Signale beinhaltet, sondern besonders die Rezeption und die bewusste und unbewusste Impression und Deutung aller sinnlich erfassbaren Signale und die spontane Reaktion durch Expression von Mimik und Gestik. Die solchen Zwecken dienenden Aktivitäten des Menschen sind Bestandteile schon der ältesten genauso wie aller aktuellen Kulturen: Gesten, Rituale, Geschenke, Mode, Kosmetik, Schmuck und manch andere.

Es ist einsichtig, dass Zielzustand und Ausgangszustand permanent präsent sein und miteinander verglichen werden müssen, um geeignete Handlungen planen zu können, die und deren Konsequenzen ebenfalls bekannt und deren Ergebnisse wahrnehmbar sein müssen, um sie planmäßig ausführen zu können. Somit liegt der Schlüssel zur Beantwortung der Frage nach der Inversion der Kybernetik ohne Zweifel im Prinzip der Rückkopplung, des Feedback im Jargon der Kybernetik, wie sie beispielsweise auch in den elektronischen Schaltwerken von Computern angewandt wird. Das Fundament dafür liegt außer den Sinnesorganen und den Muskeln im biologischen und chemischen Funktionsprinzip der Interneuronen als Grundbausteine. Das ist soweit Stand der Technik und des Wissens. Es bleiben die harten w-Fragen: was, wo, wie, wann, warum - nicht aber wozu, denn darauf gibt es letztlich keine rationale Antwort.

In den letzten Jahren hat sich bei Kognitionsforschern die Erkenntnis durchgesetzt, dass die Außenwelt nicht wie ein Spiegelbild im neuralen Apparat repräsentiert wird. Ebenso muss man sich von der Vorstellung

verabschieden, dass dort Informationen verarbeitet werden. Information ist erst das aus der Beobachterperspektive interpretierte Produkt des Gehirns. Vielmehr muss man sich damit auseinandersetzen, dass von den Nervenzellen der Sinnesorgane auf Grund ihrer Sensibilität für spezifische Reize chemische und elektrische Signale erzeugt und über nachfolgende Neuronen an das Zentralnervensystem geschickt werden. Den Rezeptoren ist es absolut gleichgültig, von welcher externen Quelle die stimulierenden Reize stammen. Die Signale an sich tragen keinerlei Bedeutung; diese stammt einzig von der Lokalität des Reizes, der das Signal ursprünglich ausgelöst hat, und von dem Ziel ihrer Reise in Muskeln und Drüsen.

Für das Gehirn ist Bedeutung bedeutungslos. Der neurale Apparat weiß nichts von der Welt außerhalb seiner selbst; er arbeitet ausschließlich nach seinen eigenen Regeln. Die Neuronen sind in einem unvorstellbar komplexen Netzwerk vieler Milliarden Nervenzellen mit jeweils Tausenden von Schaltstellen angeordnet. Das bedeutet, dass die Signale, die schließlich im Cortex ankommen, in vielfältiger Weise "verarbeitet" sind und mit Signalen der anderen Sinnesmodalitäten sowie der Innenwelt und mit impliziten und versteckten Informationen verknüpft werden. **Das Bild im Kopf ist nicht das Ergebnis von Sehen, sondern von Wiedersehen**; es entsteht als Rekonstruktion der Außenwelt erst durch die Analyse und den Vergleich der Wahrnehmungen mit dem früher Wahrgenommenen als Schablone. Aus dem Chaos der Sinnesreize werden durch die Schablonen der Wahrnehmung erkennbare Gestalten gebildet. Die Kohärenz von Wirklichkeit und Wahrnehmung ist jedoch keinesfalls ein Ziel und Zweck der Kognitiven Kybernetik, wie es der aus der Philosophie des "radikalen Konstruktivismus" (v.Glasersfeld *1917) entlehnte Begriff der *Viabilität*

suggerieren könnte, sondern ist Selbstinterpretation und überlebensnotwendiges Resultat der biologischen Evolution. Schließlich ist zu beachten, dass die Wahrnehmung der Außenwelt von den Eigenschaften der vorhandenen Rezeptoren abhängig ist. Die Schablone ist das Werkzeug und das Symbol der Kognitiven Kybernetik, das als Erfahrungs- und Lernprodukt der Phylogenese und Ontogenese die Form oder Gestalt der Wahrnehmung selektiert und die wahrgenommene Welt strukturiert. Man lernt lesen, indem man sich die Formen der Buchstaben als Schablonen einprägt. Informationen, Erkenntnis und mit ihnen das Bewusstsein entstehen letztlich erst durch die unwillkürliche Zuordnung von Bedeutung, ebenfalls durch entsprechende Schablonen auf Grund von Erfahrung bzw. Lernen, besonders in der symbolisch-sprachlichen Form des kognitiven Apparates als Zustände und Akte des Bewusstseins. Die Begriffe der Sprache bilden so die Schablonen des Denkens.

Damit ergibt sich wiederum das Henne-Ei-Problem. Das ist wohl der Grund, warum man an die ersten Lebensmonate keine Erinnerungen hat und haben kann. Der Schweizer Entwicklungspsychologe Jean Piaget (1896-1980) hat diese Erinnerungslosigkeit als *kindliche Amnesie* bezeichnet. Der Vorrat an Schablonen für Bilder und Bedeutungen, damit schließlich auch das Bewusstsein, muss sich allmählich erst aufbauen, vor allem im Zusammenspiel der Wahrnehmungen aller Sinnesmodalitäten, die selbstverständlich bereits vorgeburtlich beginnen. Das stimmt mit der wissenschaftlichen Erkenntnis überein, dass in diesem Lebensalter das Gehirn noch sehr formbar und die Fülle der Wahrnehmungsreize für die Entwicklung von Intelligenz und Verhalten entscheidend ist. Die Kognition steht im Spannungsverhältnis zwischen der Koevolution von Organismus

und Umwelt, welche eine feste Kopplung von Wahrnehmung und Wahrnehmbarem zur Folge haben würde, und im Widerspruch dazu der Flexibilität und der Formbarkeit (Plastizität) des realen kognitiven Apparates, die schließlich das geistige Leben des Menschen ermöglichen. Man kann daher leicht vermuten, dass die Kognition auf beiden Beinen, sowohl evolutionäre Kopplung als auch Formbarkeit, gegründet ist. Eine interessante Bestätigung gibt die moderne Entwicklung der visuellen Medien, die dazu führen, dass die Menschen mit Bildern überhäuft werden und somit einen immensen Vorrat an Bildern ansammeln, so dass Bilder danach schneller identifiziert werden können. In der Intelligenzforschung ist dieser Aspekt einer scheinbaren Zunahme von Intelligenz, wie sie in Intelligenztests festgestellt wurde, als Flynn-Effekt bekannt.

Das Bild im Kopf und das Bewusstsein können nur entstehen, weil der neuronale Arbeitsspeicher erst ganz am Schluss der Vorstellung abgeschaltet wird, so dass die neuronalen Wirkungen der Wahrnehmungen von Beginn an erhalten bleiben und Informationen auch dynamisch gespeichert werden können. Vermutlich werden bestimmte neuronale Signale des frontalen Cortex, die Gedanken kodieren, pausenlos in einem zugänglichen Kreisverkehr geführt, denn nur so sind Kognition und Bewusstsein möglich. Ein Kreisverkehr findet bereits innerhalb eines Neurons statt durch chemischen Transport in Gegenrichtung des Aktionspotentials, andererseits logisch durch Vermaschung des neuralen Netzwerkes einschließlich motorischer und sensorischer Neuronen und letztlich exogen durch die bewusste und die unbewusste Wahrnehmung der eigenen Motorik. Ein elementares Prinzip des Nervensystems ist die Einheitlichkeit der Kodierung. Alle Signale von Sinnes- und Körperorganen

und alle Signale an die Effektoren sprechen dieselbe "Sprache". So können alle Signale auf der Ebene der Funktionsweise der Neuronen unmittelbar miteinander verknüpft und gemeinsam als Gedächtnis gespeichert werden. Signalmuster der Sinnesorgane könnten im Prinzip als Signalmuster direkt an Motoneuronen übertragen werden. Instinktives und spontanes Verhalten, wie ebenso Gefühle und Hormonausschüttungen der Hypophyse als Reaktion auf Sinneswahrnehmungen werden daraus unmittelbar ersichtlich, denn es sind keine Übersetzungen der Signale dafür notwendig. Daran schließt sich unmittelbar die Frage an, worin sich dann die Bilder von den Tönen unterscheiden, die wir von Augen und Ohren empfangen. Was uns als selbstverständlich erscheint, ist in Wirklichkeit ein großes, bisher unverstandenes und möglicherweise nie verstehbares Rätsel.

Wo verbleiben die Signale, die nicht an Muskeln und Drüsen nach außen abgegeben werden? Ein Verschwinden durch Abschwächung ist zwar möglich, aber nicht zwingend und nicht wahrscheinlich, während häufig vorkommen wird, dass ein Signal in der postsynaptischen Zelle nicht zu einem Aktionspotential führt und dadurch endet. Die durch den Abstand zwischen Synapse und Axonhügel bedingte Abschwächung eines Signals ist als logische Funktion zu werten. Auf der Inputseite wird das Nervensystem permanent mit Signalen aus dem Körper und den Organen versorgt, es gibt keinen "Stillstand". Bekanntlich funktioniert das Bewusstsein auch ohne den direkten und kontinuierlichen Input von Sinnesreizen, weil nicht nur diese, sondern auch deren endogene Folgewirkungen in Form von Gefühlen und Gedanken wahrgenommen werden. Man kann das Denken nicht selbst einfach unterbrechen oder

beenden. Ein endloser Kreislauf also, der nicht anders als physiologisch unterbrochen werden kann und der fast zwangsweise zu mentalen Täuschungen führen muss, wenn die Verankerung durch die äußeren Sinne dauerhaft verloren geht oder wenn Fehlinterpretationen sich schraubenförmig verstärken.

Angenommen die Tagesschau der ARD sendet das Phantombild eines flüchtigen Bankräubers. Jeder Zuschauer erhält dieselbe Information. Die Zuschauer werden jedoch unterschiedlich reagieren, weil sie unterschiedliche Lebensläufe hinter sich haben und in unterschiedlichen Lebenssituationen sind. Manche werden die Polizei anrufen und Hinweise geben, weil sie den Täter kennen, andere werden den Sender anrufen, um das Bild nochmal zu senden. Wieder andere werden zunächst nichts tun, werden aber reagieren, wenn der Täter oder eine ähnlich aussehende Person ihnen in den Folgetagen zufällig begegnet. Schließlich werden Zuschauer sich über den Täter und die Tat mit anderen Zuschauern und mit Bekannten unterhalten, wodurch die Information weiter verbreitet wird und zusätzliche, beispielsweise juristische und psychologische Aspekte erhalten kann. In jedem Fall verändert die Sendung den Geisteszustand aller Zuschauer über einen unbestimmten Zeitraum. Obwohl die formale Information für jeden Zuschauer dieselbe ist, wird ihre Wirkung für jeden Zuschauer verschieden sein, weil sein Geisteszustand zuvor und danach ein anderer ist. Schon vor der Geburt werden Signale empfangen, nach der Geburt kommen Signalmuster von vielen Quellen, die im Verlauf des Lebens gespeichert werden, indem sie die Zellstrukturen der Neuronen und dadurch den Geisteszustand verändern. Die Signalmuster werden eingeordnet in die von der Evolution bereits vorgegebenen Hirnstrukturen.

Ein einfaches Signal, wie ein einzelnes Aktionspotential, kann daher komplexe, schablonenhafte Reaktions- und Verhaltenskaskaden auslösen, obwohl es an sich kaum Information trägt.

Aus anatomischer und logischer Sicht betrachtet, ist ein einzelnes Neuron ein relativ einfaches Schaltelement, physiologisch dagegen ist es äußerst kompliziert. Die ersten bedeutenden Entdeckungen dazu stammen vom Neuroanatomen Ramon y Cajal (1852-1934) und von den Neurophysiologen Charles Sherrington (1857-1952) und John Eccles (1903-1997). Die Eingangssignale an den vielen dendritischen Synapsen erzeugen gemeinsam, durch räumliche und zeitliche Summation, ein einziges Ausgangssignal, das über die verzweigten Endigungen des Axons als Signalverteiler gewissermaßen in Kopien an mehrere Empfänger geschickt wird; wie mit einer Mailingliste. Dabei können zwischen zwei Neuronen mehrere Synapsen als multiple Synapsen an verschiedenen Positionen im Dendritenbaum vorhanden sein. Die Summation der Dendritensignale führt automatisch zu einer drastischen Reduzierung der Informationsmenge an der Schaltstelle, aber auch zu äußerst komplexen Verknüpfungen der Informationen untereinander. Viele mögliche Kombinationen der Eingangssignale können ein einzelnes Aktionspotential als Ausgangssignal erzeugen, das zu einem Eingangssignal für die nachfolgenden Neuronen wird. Die zwingende Schlussfolgerung ist, dass nicht einzelne Aktionspotentiale, sogenannte Spikes, Träger von Information sein können, sondern nur die wechselseitige, zeitliche Abfolge von Aktionspotentialen und Ruhezuständen und die synchrone Aktivierung von Zellgruppen. Eine hohe Frequenz von Spikes auf einem Axon erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass auch die postsynaptischen Neuronen feuern

können. Die maximale Frequenz der Spikes ergibt sich aus der für die Regeneration des Neurons notwendigen Zeit. Entscheidend für die Übertragung von Information sind die postsynaptischen Reaktionen auf die präsynaptischen Signale, also die Art und Anzahl der aktivierten Rezeptoren und die zeitliche Verteilung der Aktivierung. Dadurch wird auch die maximal übertragbare Informationskapazität festgelegt. Information bedeutet an dieser Stelle deshalb nicht einzelne Bits oder Bytes, sondern Merkmale, Muster, Gestalten und Szenarien, die auf diese Weise durch ein einziges Neuron repräsentiert werden können. Jedes einzelne Neuron hat so eine Funktion vergleichbar der eines Multiplexers der Technischen Kybernetik oder einer ampelgesteuerten Straßenkreuzung. Mehrere chemische Variable, u.a. in Form unterschiedlicher Neurotransmitter und dazu passender Rezeptoren, sorgen dafür, dass die Wirkung oder Gewichtung der individuellen Eingangssignale unterschiedlich und variierbar ist. Die Anzahl bzw. die Dichte der Rezeptoren in der postsynaptischen Membran beispielsweise kann dynamisch durch geeignete Antagonisten wie Drogen oder Medikamente oder statisch durch genetische Vorgänge variieren, so dass an diesen Stellen "Lernvorgänge" wie Habituation und Sensitivierung - eine retrospektive Interpretation des beobachtenden Geistes - durch die sogenannte Langzeitpotenzierung möglich sind. Diese Unschärfe auf der Eingangsseite macht es aber auch unmöglich, für ein beliebiges Neuron eine eindeutige, mathematisch-logische Schaltungsformel anzugeben, zumal es tausende von konvergierenden Eingängen sein können. Die relative Gewichtung bestimmt die Art der logischen Verknüpfung mit UND bzw. ODER bei exzitatorischen bzw. NAND bei inhibitorischen Synapsen. Analog

funktionieren Reihen- und Parallelschaltungen elektrischer Netzwerke. Die in der Informatik entwickelten und angewendeten *künstlichen neuronalen Netze* (McCulloch+Pitts 1943!) sind realisierte Modelle bisheriger Erkenntnisse aus der Gehirnforschung.

Im Computer sorgt eine von einem zentralen Oszillator fest vorgegebene, konstante und einheitliche Taktrate für die synchrone Verarbeitung der Daten. Die synchrone Verarbeitung ist aus technischen Gründen notwendig und wegen der Binärkodierung der Daten auch möglich. Die Taktrate selbst trägt keine Information, sondern sorgt für die Umschaltung der informationstragenden, statischen Zustände der elektronischen Schalter. Die Leistung des Computers entsteht erst durch den Verbund von Taktrate und Binärkodierung. Im Gehirn gibt es weder eine einheitliche Taktrate noch eine Binärkodierung. Ersteres ist physiologisch nicht möglich und Letzteres daher nicht notwendig. Das Aktionspotential liefert die Taktrate des betreffenden Teils des Nervennetzes und wird erzeugt bzw. moduliert von den Sinnesreizen und den inneren Zuständen der Neuronen. Damit wird es selbst zum Informationsträger, darf aber nicht verwechselt werden mit der Binärkodierung des Computers, wie es manchmal wegen der schalterähnlichen Eigenschaften geschieht. Neurobiologen haben jedoch räumlich und zeitlich begrenzte Oszillationen von Nervengruppen entdeckt, die auf lokale Synchronisationen hindeuten. Die Darstellung von Information im Gehirn ist eine Aggregation von etlichen Variablen mit dynamischen wie auch statischen Eigenschaften. Sie ist somit nicht vollständig a priori vorgegeben, sondern hauptsächlich das Ergebnis elementarer Lern- und Entwicklungsvorgänge. Man könnte diesen Vorgang mit dem erstmaligen Formatieren eines Plattenspeichers vergleichen. Es

sind die dynamischen Prozesse, die sodann das flüchtige und kontinuierlich erneuerte Bild im Kopf erzeugen. So wie die Software als Programmsteuerung die Computerhardware erst zum Vielzweckgerät macht, so müssen Verstand und Bewusstsein im Verbund mit der Symbol-Sprache als Software zum physischen Nervensystem betrachtet werden; sie erst ermöglicht die Vielseitigkeit und Leistungsfähigkeit des menschlichen Geistes und ist bestimmend für das Entstehen des individuellen Ich.

Auf dem Weg vom Wahrnehmungsreiz zur muskulären und emotionalen Erregung müssen Muster und Gestalten erkannt werden und Bedeutungen zugeordnet werden. Ersteres ist eine Folge von Wahrnehmungserfahrung, die sich in allgemeinen, psychologischen Gesetzmäßigkeiten der Wahrnehmung, den Schablonen für die erkennbaren Gestalten, in Form von Zeichen niederschlägt. Zeichen sind durch Symbole identifizierbar und ermöglichen dadurch eine drastische Reduktion der Information in den kognitiven Prozessen. Die Zuordnung von Bedeutung ist eine Folge sowohl von phylogenetisch determinierter als auch von ontogenetisch individueller Lebenserfahrung und bewusstem Lernen als Ratiogenese mittels Kommunikation mit Artgenossen. Es sind Assoziationen von Vorstellungen und Verknüpfungen von Vorstellungen mit sprachlichen Begriffen. Es gilt als sicher und ist bereits seit den 1940er Jahren durch viele Experimente von Entwicklungpsychologen untermauert, dass das kindliche Spielen und eine an Reizen reichhaltige Umwelt dazu wichtige Beiträge liefert (H.u.F.Harlow, A.Riesen, H.Nissen, H.Skeels). Was Reizarmut oder Reizentzug bei Säuglingen anrichtet bezüglich der kognitiven Vermögen, das haben der deutsche Kinderarzt M.v.Pfaundler und der amerikanische

Psychoanalytiker R.Spitz untersucht und als Hospitalismus eindrucksvoll beschrieben.

Bekanntes muss identifiziert und Unbekanntes muss integriert werden, oder anders ausgedrückt, Invarianten in der Wahrnehmungswelt müssen erkannt und von Varianten unterschieden werden. Dabei spielt die Redundanz der Sinneswahrnehmungen, sowie der bereits vorhandene Erfahrungsschatz für die dazu notwendigen Vergleiche und Verknüpfungen eine große Rolle. Sie ermöglichen die Assoziation von Neuem mit Altem. Der heutige Sprachumfang ist das Ergebnis des unbewussten Erkennens von Invarianten in der Welt und ihrer Benennungen im Verlauf der Menschheits- und Kulturgeschichte. Dieser Vorgang der Erkenntnis könnte in der Zukunft auch bewusst vorgenommen werden, insbesondere mit Hilfe des Computers. Es ist augenscheinlich, dass die Unterscheidung von Varianten und Invarianten sehr subjektiv und mehr oder weniger willkürlich ist, so dass unterschiedliche Gesellschaften unterschiedliche Weltbilder, Kulturen und Sprachen aufweisen. Die vorhandene Weltanschauung wirkt wiederum auf die Erziehung der Kinder und ihre Erfahrung und Erkenntnis der Welt zurück als kybernetische Rückkopplung.

Insgesamt scheint die Wahrnehmung für das Verhalten nicht eine steuernde, sondern eine modulierende Funktion zu haben. Vielmehr scheint es so, dass das Verhalten einem vorbereiteten Programm folgt, dessen Makroschritte auf individuellen Erwartungen aufgebaut sind, die wiederum auf Erfahrungen und Erlerntem bzw. Wissen beruhen, und dessen Mikroschritte, die aktive Umwelterkundung einschließend, den aktuellen Wahrnehmungen entsprechend aus dem mit dem Lebensalter

wachsenden Verhaltensrepertoire ausgewählt und angepasst werden. Somit hat die Wahrnehmung mehrere Funktionen: die Ausführungs- und Erfolgskontrolle und die Anpassung der aktuellen Handlungen bis zur Auslösung spontaner Reaktionen und die Modifizierung und Erweiterung des Erfahrungsschatzes zur Gestaltung der Verhaltensprogramme. Erfahrungen in diesem Sinn sind Handlungsmodelle, die von einem Ausgangszustand über die Handlungsfolgen bzw. die Folgezustände zum angestrebten Zielzustand führen, der durch Selbstwahrnehmungen vorwiegend emotionaler Natur geprägt ist.

Während in technischen Systemen wie Fernsehen und Computerbildschirm ausschließlich die Form von Information Pixel für Pixel möglichst wirklichkeitsgetreu übertragen und repräsentiert wird, so ist es in biologischen Systemen die Bedeutung der Information. Die Extraktion der Bedeutung ist die lebenswichtige, ursprüngliche Aufgabe der Wahrnehmungssysteme, die in der Tierwelt als Instinkt verhaltenswirksam wird. Für einen Vogel ist ein Baum ein Etwas, auf dem man sitzen und ein Nest bauen kann, für einen Menschen kann er ein Stück Holz oder Wald, ein Rohstoff, ein schattiges Ruheplätzchen, ein Hindernis, ein Spielplatz, eine Quelle der Inspiration, ein Symbol oder vieles mehr bedeuten. **Die annähernd "wirklichkeitsgetreue" Wiedergabe der Form ist separat und dem Menschen vorbehaltener "Luxus der Evolution"**. Die Separation auf der psychologischen Ebene setzt sich notwendig fort auf der neurobiologischen Ebene. Daraus folgt, dass es zwei Arten der Herstellung von Bedeutung geben muss: eine unmittelbar biologische und eine aus der Form, dem wahrgenommenen Muster, abgeleitete kognitive Bedeutung, die notwendigerweise erlernt werden muss. Das bedeutet

zuallererst, dass die Zuordnung von Form zur kognitiven Bedeutung eines Zeichens der Zufälligkeit und der Willkür der Lebensumstände aus Kindheitserfahrung und Kultur zuzuschreiben ist. Das Kleinkind lernt Formen durch die Vielfalt der zugeführten Reize und die zugehörigen Bedeutungen durch Spiel, Versuch und Irrtum, Imitation der Eltern und Geschwister. Die getrennte Verarbeitung von Form und Bedeutung, möglicherweise als parallele und voneinander unabhängige ikonische und symbolische Signalverarbeitung im Gehirn, bildet die Voraussetzungen für Mathematik, Musik und Kunst; die Fähigkeiten also, die den Menschen deutlich vom Tier unterscheiden.

Zusätzlich zur Wahrnehmung eines Löwen als Gefahr mit spontanen Angstreaktionen gibt es die Wahrnehmung als geometrische Gestalt oder Form, die es dem Menschen möglich macht, den Löwen auch als Foto ohne Bedeutungsinhalt zu erkennen und den Bedeutungsinhalt erst durch unabhängige Lernprozesse zu füllen, zum Beispiel als ikonisches Symbol für Macht und Stärke. Der Verdacht, dass in der Unabhängigkeit, Kohärenz und Redundanz von biologischer und kognitiver Bedeutung des Wahrgenommenen der Ursprung komplexer Sprache, des Bewusstseins und der Schrift - der Kulturfähigkeit des Menschen - zu suchen und zu finden ist, liegt sehr nahe. Damit lässt sich aber auch erklären, wie man Kindern den Umgang mit Gewehren und Bomben beibringen kann und sie entgegen ihrem Instinkt zum Töten von Mitmenschen, sogar der eigenen Freunde und Eltern, motivieren kann! Dem entsprechend müssen Diskrepanzen zwischen Form und Bedeutung, bzw. zwischen kognitiver und biologischer Bedeutung, zu Störungen führen im Bewusstsein, in der Psyche und im Verhalten. Ein Beispiel dafür ist die Double-bind-

Problematik von Gregory Bateson, ausgelöst durch ambivalentes Verhalten von Bezugspersonen, also eine Form mit emotional und kognitiv gegensätzlichen Bedeutungen.

Die genetischen und anderen biologischen Variationen, die im Verlauf der Evolution zur Wahrnehmung der Form als Zeichen und ihrer Transformation zu kognitiver Bedeutung geführt haben, dürften zu den spannendsten Fragen der anthropologischen Wissenschaften gehören. Schließlich ist die variable Zuweisung von Bedeutung zu den Zeichen der Wahrnehmung eine der entscheidenden Eigenschaften des menschlichen Geistes gegenüber der Tierwelt und eine Grundlage für Kultur überhaupt und für die Vielfalt der Kulturen der Menschheit. Da Formen als semiotische Zeichen oder Symbole selbst wieder Gegenstände der Wirklichkeit und der Wahrnehmung sind, ergeben sich daraus die rekursiven, endlosen oder offenen Strukturen, wie sie hauptsächlich in der Sprache zum Ausdruck kommen.

In der zirkulären, nicht notwendig rationalen Bestimmung der Intentionen und Auswahl von empirischen oder transzendenten Zielen liegt der **Kern des Kognitiven**. Zirkulär deshalb, weil Ziele nie endgültig erreicht, immer wieder neu gesetzt, korrigiert, reformuliert oder aufgegeben werden müssen. Aus dem Erreichen von Zielen ergeben sich wiederum neue Ziele, beispielsweise in der Forschung oder auf Reisen. Ziele sind dabei nicht nur Punkte in mehr oder weniger ferner Zukunft, sondern auch die Aufhebung von Differenzen, Spannungen, Diskrepanzen u.dgl. in der Gegenwart und der nächsten Zukunft bezüglich Beachtung, Bedeutung und Bestätigung im gesellschaftlichen Umfeld. Die Erfüllung von Werten und Normen der

Gesellschaft projiziert zurück auf das Selbst als Befriedigung und Bestätigung. Ziele üben unterschiedliche Anziehungskräfte oder Motivationen aus, je nachdem welche Widerstände dazwischen liegen und welchen Nutzen sie versprechen. Viele Ziele sind nicht explizit definiert, sondern sind stets latent vorhanden und überlagern die gesetzten Ziele: die Erhaltung des Lebens, Freude am Leben, die Vermeidung von Unannehmlichkeiten, Schmerzen, Verletzungen usw. Sie lösen oftmals spontane Handlungen aus, deren Motiv und Absicht erst nachträglich erkennbar wird, weil sie Reaktionen auf unvorhergesehene Umweltereignisse sind.

Die Verhaltensprogramme sind Zweck zur Zielerreichung und stehen in der täglichen Auseinandersetzung mit dem rationalen und dem emotionalen Selbst und mit der autonomen Umwelt. Das anhand eines eigenen, bedeutungsorientierten Weltmodells und Lebensmodells, der individuellen Welttheorie nach Gerold Ungeheuer, planmäßig handelnde und mit seiner Umwelt adaptiv interagierende Subjekt ist kognitives System im Gegensatz zur biologisch instinktgesteuerten Reiz-Reaktions-Maschine und ebenso zum vorprogrammierten, symbolgesteuerten Roboter. Intelligenz schließlich bedeutet auch, die Drehbücher für die Verhaltensprogramme so zu schreiben, dass sie ausführbar und vernünftig sind, also für das Subjekt Erfolg und Nutzen versprechend. Am Ende gehören dazu noch die Verifikation der Zielerreichung oder die Abbruchbedingungen des Verhaltensprogrammes. Dazu dienen neben der eigenen Erfahrung die Verstärkung oder die Ablehnung, die Belohnung oder Bestrafung seitens der Umwelt, also Formen des klassischen Behaviorismus, aber auch passive oder stille Bestätigung als Ausbleiben von Ablehnung, denn

ausschließlich aktive Bestätigung würde eine lebensgefährliche Abängigkeit von der Umwelt bedeuten. Bei transzendenten Zielen allerdings fällt die Forderung der Verifikation meist stillschweigend unter den Tisch - ein Kennzeichen von Ideologien und Religionen. Nichterreichung der Ziele wird bei diesen stets entweder geleugnet oder dem Individuum als Unfähigkeit, Schwäche, Verfehlung oder Sünde zugesprochen.

Die Zuordnung von Bedeutung zu Wahrnehmungen bzw. die Verknüpfung von Wahrnehmungen mit Bedeutung im Zusammenspiel mit dem Gedächtnis ist wohl das Wesensmerkmal und die Schlüsselfunktion menschlicher Kognition. Bedeutungen sind die unwillkürlichen Assoziationen mit Erinnerungen, Kenntnissen und Empfindungen. Sie bilden die Brücken zwischen den Wahrnehmungen einerseits und Gefühlen, Gedanken, Vorstellungen, Handlungen, Gesten, Mitteilungen, Aussagen und Erwartungen andererseits, stehen also in engem Zusammenhang mit Bewusstsein. Gedächtnisinhalte haben latente Bedeutung und können in Zusammenhang mit aktuellen Wahrnehmungen akute Bedeutung erhalten. **Bedeutung von Information ist selbst wieder Information**, erhält damit dieselbe Existenzform sowie dieselben Operationsmöglichkeiten, ist also ebenso an Kodierung und Substrat gebunden und selbstreferentiell gegenüber der Außenwelt abgeschlossen. **Das Nervensystem kennt physiologisch keinen Unterschied zwischen Form und Bedeutung** oder Syntax und Semantik. Auch hier gilt die Einheitlichkeit der Kodierung. Das heißt, Bedeutungen entstehen nicht nur durch sinnliche Anschauung unmittelbar als Instinkt oder als spontane Reaktion auf einen Reiz, sondern viel mehr durch die kognitive, nach

außen abgeschlossene Herstellung von Beziehungen zwischen Zeichen oder Begriffen untereinander. Die Bedeutung von "Baum" beispielsweise kommt nicht von der sinnlichen Wahrnehmung eines Baumes und seiner Umgebung, sondern ausschließlich von den Beziehungen des Begriffes "Baum" zu den Begriffen, die seine Eigenschaften, Funktionen und dergleichen beschreiben und die wiederum kulturelles Erbe sind und in der Kindheit erlernt werden.

Die Psychologie kennt keine eindeutige definitorische Unterscheidung zwischen Wahrnehmung und Empfindung, dennoch gibt es Unterscheidungen in der Alltagssprache. Wahrnehmungen sind die bewussten und mit Bedeutung versehenen Wirkungen von Reizen der Außenwelt auf die Sinnesorgane. Ihre Bedeutung für die Kognition liegt in dem Beitrag, den diese zur Zielerreichung leisten können, ist somit also grundsätzlich quantifizierbar. Da sowohl die Wahrnehmungen als auch ihre Bedeutungen zwangsläufig subjektiv sind, muss zwischenmenschliche Kommunikation für die für das soziale Leben notwendige Verständigung durch Objektivierung, Konsensbildung und Vereinheitlichung sorgen. Der Sozialpsychologe Kenneth Gergen (*1934) bezeichnet diese kommunikativen Prozesse zur Bildung einer individuellen Weltanschauung als sozialen Konstruktionismus. Aus diesen Gründen ist zunächst die Fähigkeit zu komplexer Gestik, sodann die Sprachfähigkeit mit einer der Wahrnehmung entsprechenden Differenziertheit der Ausdrucksformen als originäre Ursache für Bedeutungen von Formen und daraus folgend für Bewusstsein anzunehmen, mit verstärkenden Rückwirkungen infolge positiver Rückkopplung. Charakteristisch für Kognition ist das von der fixierten Zielsetzung ausgehende Suchen und Abfragen und das Abzählen

zur Gewinnung notwendiger Information, das entsprechend als empfängergesteuerte Kommunikation in der Kognitiven Kybernetik wie in der von Menschen und als Ersatz für Menschen gemachten Technischen Kybernetik vorherrschend ist zur Problemlösung, nicht aber in der zweckfreien und ziellosen Physikalischen Kybernetik. Die Hauptschwierigkeit der Technischen Kybernetik liegt in der geforderten Zweckerfüllung ihrer Konstruktionen.

Beachtung verdient der vieldeutige Begriff der Empfindung. Er hat schon viele Geistesgrößen in Philosophie und Psychologie beschäftigt und beinhaltet in der Alltagssprache unterschiedslos sowohl die Wahrnehmungen als auch die Interpretation und Bedeutung von Reizen auf den Körper und aus der eigenen Innenwelt: man empfindet Kälte, Nässe, Hunger und Schmerzen, aber auch Angst, Freude, Lust und Mitleid - also unterscheidbar in körperliche, psychische und mentale Empfindungen, aber kaum unterscheidbar in Ursache und Wirkung. Physiologischer Prozess, Beobachtung und Interpretation - durch Erinnerung, Lernen und Erfahrung - verschmelzen zu einem Waschgang der Empfindung. Im engeren Sinn sind Empfindungen die subjektiven Deutungen von Sinnesreizen als affektive Anteile von Gefühlen. Eine bedeutende Quelle von Empfindungen im Sinne von Gefühlen oder Gedanken sind die Wahrnehmungen der Außenwelt als auslösende Schlüsselreize, die auf Grund von Gegebenheiten der biologischen Evolution, oder auf Grund von Erinnerungen und Erfahrungen mit spezifischen Gefühlen, wie zum Beispiel Furcht, verknüpft sind. Gemeint sind dabei oftmals eigentlich Emotionen, die als effektive Anteile von Gefühlen durch körperliche Reaktionen nach außen wirken, somit soziale

Funktionen haben und durch soziale, objektivierbare Interaktionen erlernt werden, sowie andererseits Gefühle selber, die subjektiv nach innen wirken und deren bewusste Anteile für Handlungsmotivation und kognitive Zielbestimmung sorgen. Empfindungen im weiteren Sinne sind die "natürliche Sprache des Lebens", sind definitorisches Charakteristikum höheren Lebens, denn den nichtmenschlichen Lebensformen wird die Bewusstheit von Empfindungen ganz oder teilweise abgesprochen. Jedoch allein mit dem Austausch von Begriffen ist noch kein Erkenntnisgewinn erzielt. Aus den psychologischen Funktionen müssen sich schließlich die kybernetischen Strukturen und Funktionen ableiten lassen.

Informationen entstehen als Abbildungen von emittenten Strukturen auf rezipiente Strukturen. Ein sinnlich wahrnehmbarer Gegenstand ist ein Bündel von Differenzen zu seiner Umgebung. Die Abbildungen der Zeichen und ihrer Beziehungen werden bestimmt von Abbildungsregeln oder Abbildungsmechanismen - gleichbedeutend mit Transkodierung von Zeichensystemen - in Form von Kommunikationsprozessen, die Veränderungen der rezipienten Struktur bewirken. Bedingung ist, dass schon vor der Abbildung eine rezipiente Struktur vorhanden ist, deren potenzielle Komplexität - d.h. die Anzahl der Elemente und ihrer Beziehungen zueinander sowie die Regelmäßigkeit der Strukturbildung als Beschränkung der Freiheitsgrade - die erkennbare wie auch die speicherbare Informationsmenge bestimmt, sowie dass Kommunikationskanäle bzw. Verbindungen als Schnittstelle zwischen den Strukturen vorhanden sind. Eine entscheidende Variable für die Informationskapazität ist die Granularität der Strukturen, d.h. die Anzahl und Dichte der unterscheidbaren und möglichen Zustände. Ein Haufen Sandkörner kann

mehr Information aufnehmen als ein gleich großer Haufen grober Steine, allein schon die Anzahl der Elemente und erst recht die mögliche Variabilität der einzelnen Elemente und die Kombinationsmöglichkeiten zu Gruppen, indem aus Sand eine feingliedrige, informationsreiche Skulptur gestaltet werden kann. Je höher die Informationskapazität der rezipienten Strukturen, je differenzierter die Erkennung und "Abbildung" der Umwelt und je flexibler die Reaktion darauf, also die Anpassungsmöglichkeiten, desto plastischer und weniger determiniert ist auch die rezipiente Struktur selber. Die Abbildungsregeln bzw. Transformationsmechanismen können naturbedingt sein auf der physikalischen, der chemischen und der biologischen Ebene, wie z.B. die Transformation des Lichtes in neuronale Signale, oder sie können kontingent sein wie die Transformation der Sinnesreize über die neuronalen Signale als Figuren und Szenen in mentale Vorstellungen und schließlich in die Gedanken einer der vielen Muttersprachen. Die Semiotiker sagen, dass ein Gegenstand der Welt als Referent oder Relatum auf ein Zeichen der Wahrnehmung in Form einer Vorstellung oder eines Ausdrucks als Interpretant abgebildet wird und ein solches auf ein in Schrift oder Sprache darstellbares Zeichen oder Symbol als Repräsentant (semiotisches Dreieck).

Wie bei der Steuerung der Kommunikation, so kann auch hier entweder die emittente Struktur oder die rezipiente Struktur der aktive Partner sein. Der Abbildungs-, oder besser der Transformationsmechanismus, bildet die Schnittstelle - Reiz und Rezeptor - zwischen den Strukturen und muss daher zu beiden kompatibel sein. Von allergrößter Wichtigkeit - und von philosophischer Tragweite - ist, dass die übertragene Information im wesentlichen von dieser Schnittstelle bestimmt wird, weniger von der

emittenten Struktur selbst, wie eigentlich zu erwarten wäre. Diese Schnittstelle, also die sinnliche Wahrnehmung, ist wie der Hersteller einer Landkarte, der über die Information der Landschaft verfügt und ihre Darstellung bestimmt. Zwischen außen und innen steht also immer die Transformation der Strukturen. Der Geist verfügt nicht über die Landschaft, sondern nur über die Landkarte. Durch die rückkoppelnde Koevolution von sinnlicher Wahrnehmung und Geist sowie die individuellen Erfahrungen lernt der Geist die Arbeitsprinzipien des Landkartenherstellers und somit die passende Nutzung der Landkarte kennen. Ziel der Abbildung ist neben der Übertragbarkeit die Lesbarkeit der Information durch ein informations-erkennendes System. Selten sind es 1:1-Abbildungen wie Fotokopien oder Fotografien und fast immer sind mehrere Abbildungen in Serie notwendig bis zur Verwertung der Information. Die Abbildungen der Strukturen müssen nicht flach sein, sondern können mehrdimensional und mehrdeutig sein. Bei Unterschieden der beteiligten Strukturen bewirken sie logische Transformationen und durch Verzögerungen und Wiederholungen auch zeitliche Transformationen der Information; somit **ist eine unmittelbare Erkenntnis der Wirklichkeit nicht möglich**. Von Bedeutung ist dabei die Transformation von Relationen zwischen Strukturelementen und ihre Dynamik, so dass die Transformationen mit Berechnungen gleichzusetzen sind und als Muster- und Bewegungsdetektoren wirken können, folglich also als Interpretationen, wie das Erkennen von Farbmustern, von Sprache oder von Musik. Sie sind das, was im Computer der Prozessor macht, und sie unterliegen der biologischen Evolution. In Form von Tabellen und Listen werden einfache Strukturabbildungen schon von Kindesbeinen an tagtäglich meist unbewusst praktiziert.

Informationen werden zwar in statischen Strukturen gespeichert, aber erst Strukturunterschiede bzw. Struktur- oder Zustandsveränderungen, beispielsweise die Differenz zwischen einem aktuellen und einem Anfangszustand, machen Informationen im Sinne Shannons - also als Nachrichten mit Wissenszuwachs - erkennbar. Ohne Kodierung in Materie oder Energie ist Information nicht möglich, so dass auch Enkodierung und Dekodierung eigentlich Transkodierungen aus dem bzw. in den sinnlich wahrnehmbaren Kode sind. Solche Strukturtransformationen sind die Mechanismen, durch die Informationen für ein informationserkennendes System erst nutzbar werden. Die Information des DNA-Moleküls wird erst dadurch zur genetischen Information, dass sie Aminosäuremoleküle über die informationserkennenden Zwischenschritte Transkription und Translation zu Molekülketten als Polypeptide formt und so ihre eigene Struktur auf die Struktur der erzeugten Proteine abbildet. **Information hat keine Eigenexistenz, sondern ist das Konstrukt des informationserkennenden Systems.** Information ist biologisch die sinnliche Wahrnehmung von Differenzen und ihre Einordnung in eine Menge früher wahrgenommener Differenzen und ihrer Beziehungen zueinander, also Einordnung in eine Struktur von Mustern oder Gestalten sowie die Transformation in Begriffe und ihre Relationen zueinander als Bedeutung - der wörtliche Sinn von "Information". Sie ist das charakteristische Produkt des menschlichen Geistes und gleichfalls sein Output wie sein Input. Das ist einerseits so trivial wie die tägliche Wetterkarte als anschauliches Beispiel, andererseits hat es eben deshalb unübersehbare, jegliche geistige Aktivität umfassende, philosophische Konsequenzen.

Protagoras im 5.Jhdt. v.Null meinte "der Mensch ist das Maß aller Dinge",

Schopenhauer sah "die Welt als Wille und Vorstellung" und Giambattista Vico behauptete, der Mensch könne nur verstehen, was er selber geschaffen habe. Eine weitere Konsequenz ist die Begründung des *Konstruktivismus* durch Jean Piaget, der die Entwicklung des menschlichen Geistes in der aktiven Begreifung als Konstruktion der Welt beim Kleinkind sieht. Eine andere ist die Begründung der *second order cybernetics* durch Heinz von Foerster (1911-2002), der, auf Piaget aufbauend, die Wahrnehmung der Welt und die Information über die Welt als Erzeugnis des Wahrnehmenden und als Reflexion über den Wahrnehmenden sieht und als logische Konsequenz daraus eine Verantwortlichkeit des Wahrnehmenden für die Welt ableitet. Dazu ist dann allerdings eine prüfende und korrigierende Kraft, wie es die natürliche Selektion für die biologische Evolution ist, notwendig zur Vermeidung von Willkür. Gegenstand der Selektion ist nicht der Organismus und die Organe, sondern der Gebrauch. Das trifft ganz besonders auf das menschliche Gehirn und seine Potenziale zu.

Mit Information aus Unordnung steht man plötzlich mitten im Feld der Physik, wo Strukturunterschiede genau die Kräfte und Bewegungen hervorrufen, die auf die Beseitigung der Unterschiede als Beseitigung von Ordnung gerichtet sind. Physikalisch tendiert Information dazu, sich selbst auszulöschen; das entspricht der Aussage des Entropiesatzes. Der Weg dahin ist aber nicht geradlinig und kontinuierlich, sondern führt wegen der Wechselwirkung und Überlagerung gegensätzlicher und unterschiedlich starker Effekte - letztlich den physikalischen Elementarkräften - über zahllose Zwischenstufen wie verwinkelte Kaskaden vom thermodynamisch hohen Niveau der Erdoberfläche bei etwa 300 Grad Kelvin, welches Leben

möglich macht, bis zum Zustand höchster Entropie, dem finalen Wärmetod nahe null Grad.

Hier soll für die Entropie oder Unordnung, das ist also die nicht verfügbare oder fehlende Information über ein System, der Begriff "**Disformation**" verwendet werden. Sie ist auch die zur Beschreibung notwendige, bzw. in der Beschreibung enthaltene und übertragene Information; das heißt also, eine vollständige Beschreibung repräsentiert nicht nur die im System bereits enthaltene Information, sondern sie ergänzt als Nachricht diese Information, bewirkt somit den eigentlichen Informationszuwachs beim Empfänger. Das System selbst wird dadurch nicht verändert. Information und Disformation zusammen ergeben die vollständige, maximal mögliche Information bzw. Ordnung eines Systems. Eine vollständig sortierte und regelmäßige Zahlenfolge enthält keine Disformation, zu ihrer Beschreibung genügen die Angaben der Intervallgrenzen, wogegen eine unvollständig sortierte oder zufällig lückenhafte Folge noch Disformation enthält und sie deshalb mehr Angaben (mehr Zeichen oder Text) zu ihrer Beschreibung benötigt. Ein ganz wesentliches Kriterium für die Bestimmung von Information ist der Umstand, daß die Erkennbarkeit und Identifizierung eines Objektes oder Systems der Welt bereits eine Struktur voraussetzt, die somit für nutzbare Information nicht zur Verfügung steht, weil sie unveränderlich an die Erkennbarkeit des Objektes als solches gebunden ist und als ***Präformation*** (nicht die Präformation der Evolutionsbiologie vor Darwin) bezeichnet werden kann. Die Bedeutung und die Relationen von Zahlen zueinander nebst den dafür verwendeten Zeichen müssen bekannt sein, um sie sortieren zu können. Die Form einer handschriftlichen, lesbaren Ziffer liefert keine zusätzliche Information zur Zahlenfolge,

sondern ist Präformation und Bedingung für die Erkennung als Zahlenfolge.

Die "Gesamtformation" einer Struktur oder eines Systems ergibt sich so aus der Summe von nicht nutzbarer Präformation, nutzbarer Information und Disformation. Die nutzbare Information ist diejenige Information, die ein System in Unordnung benötigt, um eine bestimmte Ordnung - nach einem vorgegebenen, bedeutsamen Ordnungskriterium - zu erhalten. Das Paradox ist also, dass der höchste Informationsgehalt einem System in Unordnung zugehörig ist. Die Ordnung richtet sich nach ihrer Bedeutung für den Beobachter oder Anwender des Systems.

Schließlich sei darauf hingewiesen, dass jede Struktur per Definition Information darstellt und dass das Erkennen von Strukturen bereits Information voraussetzt; das bedeutet, dass Information zuerst investiert oder als Präformation erzeugt werden muss, um alsdann Information gewinnen zu können. Dazu muss eine Struktur beständig, isolierbar, identifizierbar, letztlich beschreibbar sein, wodurch sie als Symbolsprache, d.h. als Kode, auch dem Computer zugänglich wird. Die Identifizierungs-merkmale der Struktur, also die Ähnlichkeiten der Elemente und ihre Beziehungen zueinander müssen bekannt und erkennbar sein. Darin liegt die Begründung für die Entdeckung des "genetischen Kodes" genauso wie für die Schwierigkeit, biologische Information zu identifizieren und zu quantifizieren. Die Genexpression ist unter diesem Aspekt eine Text- und Schriftübersetzung aus dem 4-elementigen Alphabet der DNA-Nukleotide in das 20-elementige Alphabet der Aminosäuren, vergleichbar einer Textübersetzung aus dem griechischen in das lateinische Alphabet und selbstverständlich gleichzeitig der entsprechenden Sprache.

Als Folge daraus befindet sich die Wissenschaft der Biologie allmählich auf dem Weg von einem Materialismus in einen "Informationismus", was mit der biologischen Wirklichkeit insgesamt nicht übereinstimmt, denn diese wird von Chemie bestimmt. Nicht die Natur kodiert, sondern der Mensch kodiert die Natur als Information, letztlich gedanklich in Textform. Die Struktur der DNA, respektive der Peptide und Proteine und ihre Analogie zu Strukturen der Linguistik ist zwar offenkundig, aber noch singulär, d.h. es sind bisher keine weiteren, vergleichbaren Analogien bekannt. Ihr Charakteristikum ist die Abgeschlossenheit der Menge der Zeichen des jeweiligen Alphabets, hier der Nukleinbasen und der Aminosäuren, sowie die eindeutige Unterscheidbarkeit der Zeichen. Manche Erkenntnisse können wohl daraus abgeleitet werden, ihre unkritische Extrapolation und Rückübertragung aber, d.h. die pauschale Interpretation biologischer Prozesse, inklusive der kognitiven Prozesse, als Informationsprozesse, ist nicht zulässig. Allzuoft werden grundlegende Unterschiede übersehen, insbesondere die Unabgeschlossenheit der jeweiligen Zeichenmengen, indem im Lebens- und im Evolutionsprozess neue Zeichen erzeugt werden oder Zeichen wieder verschwinden. Des weiteren können die Zeichen oftmals nicht eindeutig unterschieden werden, weil verschiedene Zeichen (Moleküle) dieselbe Bedeutung haben können. So kann der Informationsgehalt nur stochastisch bestimmt werden und linguistische Modelle sind nicht anwendbar. Bei der Kodierung wie bei der Übersetzung von Texten soll die Bedeutung möglichst unverändert erhalten bleiben, wogegen bei den biologischen Prozessen wie der Proteinsynthese gerade ihre Veränderung der Hauptzweck und der Antrieb des Lebens ist; allerdings können wegen der strukturellen Analogie zu Schriften - einem Produkt der

kognitiven Prozesse - und wegen der riesigen, aus der kombinatorischen Eigenheit dieser Struktur sich ergebenden Datenmenge die passiven, syntaktischen Methoden, Algorithmen und Werkzeuge der Informatik mit großem Erfolg darauf angewendet werden, z.B. die trivialen Funktionen zur Speicherung, Sortierung und Suche, sowie Algorithmen zur Erkennung, zum Vergleich und zur Identifizierung von Zeichenketten als Gen- und Aminosäurensequenzen, so dass die *Bioinformatik* als eigenständiger Teilbereich daraus entstanden ist. In ihrem Werk "Das Buch des Lebens" beschreibt die Wissenschaftshistorikerin Lily Kay (1947-2000) sehr detailreich und umfassend die Entstehung und die Auswirkungen der neuen Paradigmen der Kybernetik und der Informationstheorie auf die Biologie.

Auch der Körper selbst bedeutet Information, die als *Präformation* allerdings nicht explizit nutzbar ist, weil jede willkürliche Intervention zur Veränderung seiner Information eine Wesensveränderung zur Folge haben könnte und sie deshalb keine Information als Nachricht im Sinne Shannons sein kann. Lediglich die variablen Anteile wie Haar- und Augenfarbe bilden Information. In ähnlicher Weise hat dies schon Platon als "ewige Ideen" erahnt und Kant hat es als unerkennbares "Ding an sich" erkannt. Erst der Kontrast als Differenz zum Hintergrund oder zur Umwelt macht Information und Erkenntnis möglich. Die Unvollkommenheit des Menschen wird deutlich erkennbar im Kontrast zur gedachten Vollkommenheit einer gedachten Gottheit. Passagiere auf einem Kreuzfahrtschiff auf dem Meer haben keine Information über den Meeresspiegel und seine Veränderungen. Wenn zwei Schiffe sich begegnen, dann können sie auf Wellen reiten und die relative Höhe zueinander verändern. Im Hafen wird

sich das Schiff mit Ebbe und Flut in der Höhe relativ zur statischen Hafenmole bewegen. Die Präformation der Bezugshöhe zur Erdoberfläche ist also immer eine andere, dagegen bleiben die für die Passagiere wesentlichen Höhenunterschiede der Stockwerke innerhalb des Schiffes unveränderlich. Eine weiße Figur vor einem weißen Hintergrund ist nicht erkennbar. Weder über ihre Existenz noch über ihre Form und ihre Eigenschaften lässt sich eine Aussage machen. Eine Gazelle interessiert sich wohl kaum für das "Wesen" des Löwen in der Nähe, sondern nur für die Anwesenheit, die Bewegungen seines Körpers und die Identifizierung als Gefahr. Was sie sich dabei denkt, das wissen wir nicht. Ist das Erkennen und Verstehen von Präformation der Kern des Bewusstseins?

Die gängigen Mechanismen mentaler, intelligenter Informationsverarbeitung sind Generalisierung mit Klassifizierung mittels Abstraktion und Aggregation als informationsreduzierende Operationen sowie Spezialisierung, Identifizierung und Segregation als informationserzeugende Operationen und ihre Verkettungen. Unter dem Zwang der Erfahrung finden sie notwendig statt, daneben als Resultat von Entdeckungen und Erfindungen. Genau diese Mechanismen sind es, die Bedeutungen verarbeiten als Folge von Mustererkennung und Strukturbildung. Sie müssen sich in den neuronalen Strukturen wiederfinden lassen. Hier sind die Brücken zu suchen zwischen Geist und Materie. Im Hintergrund schillert mysteriös der cartesianische Dualismus von Körper und Geist oder Hardware und Software.

Ein einzelnes Neuron bewirkt eingangsseitig Generalisierung, Klassifizierung und Aggregation, ausgangsseitig Spezialisierung, Identifizierung

und Segregation. Das folgt aus der anatomischen und physiologischen Struktur des neuralen Apparats. Allerdings ist diese Wirkung eines Neurons nicht einzeln, sondern als Beitrag im Verbund zu sehen. So werden die auf die Nervenzellen der Netzhaut treffenden Reize über die Ganglienzellen und die seitlichen Kniehöcker des Thalamus (corpus geniculatum laterale) weitergeleitet und abgebildet auf die Schicht IV des primären visuellen Cortex und von dort auf die sekundären visuellen Felder und die Assoziationsfelder des Cortex. Dabei wird der Signalstrom aufgeteilt und parallel zum motorischen Zentrum im Parietallappen und zum perzeptiven Zentrum im Temporallappen geleitet (Goodale und Milner). Der Begriff des Reizes umfasst hier auch sehr komplexe Signale des Netzhautbildes wie Formen und Bewegungen und darf nicht naiv als einzelner Farbpixel verstanden werden. Durch die Eigenheiten der aufeinander folgenden Abbildungen werden die Bilder der Netzhaut zerlegt, analysiert, gegliedert, kategorisiert, identifiziert. Der Bildschirm im Kopf ist nicht eine einheitliche, zusammenhängende Projektionsfläche an einer bestimmten Stelle wie eine Kinoleinwand, sondern ein Patchwork vieler verschiedener Bereiche und Abläufe. Im Prinzip tut das Gehirn nicht viel anderes als ununterbrochen sehr umfangreiche und miteinander vernetzte Tabellen zu erweitern, zu ändern, zu verknüpfen und zu vergleichen. Allerdings werden diese Tabellen nicht von einem zentralen Prozessor gesteuert, sondern jede Tabellenposition bzw. jedes Neuron oder jeder Knoten der Struktur ist sowohl ein Speicher als auch ein Prozessor, der mit anderen Prozessoren in Verbindung steht und plastische Netzwerke bildet.

In der Datenbanktechnik werden annähernd vergleichbare Einrichtungen als "Trigger" bezeichnet. Auf Grund eines definierten Ereignisses lösen sie

automatisch bzw. mechanisch ein anderes vorbezeichnetes Ereignis aus. Sie sind augenscheinlich nichts anderes als die Reiz-Reaktions-Mechanismen des Behaviorismus, nur mit anderen Begriffen auf zellulärer Ebene. Die logische Konsequenz ist, dass es bei rückkoppelnden Systemen, sowie ebenso in Mengen gleichartiger Elemente mit gemeinsamen Schnittstellen, zu einer Kettenreaktion und einem Lawineneffekt kommen kann mit dem Ende in einem pathologischen Zustand wie im Kernreaktor, wenn nicht ein geeigneter Moderator wirksam ist. Die Funktion des Modulators - oder eines steuerbaren Moderators - könnte von inhibitorischen Synapsen wahrgenommen werden. Die notwendige Berücksichtigung unerkannter, unbewusster Reize sowie die Einbeziehung des inneren Zustandes zur Bestimmung der Reaktion eines Organismus als "Blackbox" markierten das Ende des reinen Behaviorismus und den Übergang zur kognitiven Psychologie.

Aus der Paläbiologie ist bekannt, dass die geographische Herkunft von Nahrung durch Vergleich von Isotopen bestimmt werden kann. Daher ist die Vermutung naheliegend, dass nicht nur die unterschiedlichen Isotopen, sondern gleichermaßen geographisch oder geologisch unterschiedliche Zusammensetzungen und Eigenschaften der lebenswichtigen Stoffe, in erster Linie Salze und Mineralien als Spurenelemente im Wasser und in der Nahrung, sich in der Ontogenese auswirken, indem sie sich im Körper in Substanzen einlagern oder Molekülstrukturen, Ladungsverteilungen, Radioaktivität und Magnetisierung prägen und sich dort direkt oder indirekt wiederfinden lassen. In esoterischen Zirkeln wird spekulativ und unspezifisch von rätselhaften Informationen, Energien und Frequenzen gesprochen, aber vielleicht gibt es tatsächlich solche kybernetisch

wirksamen Phänomene auf biochemischer oder biophysikalischer Ebene. Eine sicherlich sehr vage Spekulation wäre es, solche über Jahrtausende auf die Ontogenese einwirkende, lokale Eigenheiten als Ursache beispielsweise für die Wanderung der Lachse an ihre Geburtsorte in Erwägung zu ziehen. Dabei erhebt sich der Verdacht, dass die scheinbar zielgerichtete Wanderung der Lachse wie anderer Tiere an ihre Geburtsorte eine Fehlinterpretation des kognitiven Beobachters ist, denn mit ziemlicher Sicherheit folgen die Tiere zwanghaft nur einer bisher unbekannten Sinneswahrnehmung als Information. Die Interpretation ergibt sich daraus logisch als Tautologie bzw. als Zirkelschluss.

Es ist fast selbstverständlich, aber von größter Bedeutung, dass ein Proteinmolekül einerseits die Struktur seines zugehörigen Gens als Folge von Nukleotiden widerspiegelt, andererseits die Aminosäuremoleküle als Substrukturen erhalten bleiben, abgesehen von der unwesentlichen Veränderung durch die Peptidbindung. Das heißt, das Protein übernimmt nicht nur passiv und statisch die exklusive Information des Gens, sondern erzeugt, verändert, konserviert und offeriert gleichzeitig eine Fülle von Eigeninformation als Primär-, Sekundär- und Tertiärstruktur. Kennt das Gen das Verhalten "seines" Proteins? Weiß es, was mit seiner Information geschieht und was sie zur Folge hat? Weiß und tut das Protein als Enzym, Transmitter oder Rezeptor immer das, was sein Gen von ihm erwartet? Die vom Kommunikationsbeobachter erfundenen Funktionsbezeichnungen für die Kommunikationsteilnehmer nehmen die Antwort bereits vorweg und so ist die Fragestellung zirkulär. Ähnlich ist das Verhältnis zwischen der wahrnehmbaren Welt als emittente Struktur und dem neuralen Apparat als rezipiente Struktur zu betrachten. Dass die Sinnessysteme Informationen

über die Außenwelt liefernde Sinnessysteme sind, ist allein die Interpretation des beobachtenden Geistes. Daran schließt sich die Frage an, wie es um die Kausalität von Kognition und schließlich um die Autorität und Autonomie des teilnehmenden Geistes bestellt ist.

Ist der Geist des Menschen bzw. sind die sogenannten Qualia naturgesetzlich bestimmt und ableitbar? Es ist bekannt, wie die Sinnesreize der Außenwelt über mehrere Transformationen auf das neurale Netz abgebildet werden. Bekannt ist auch die Funktionsweise der einzelnen Neuronen und einzelner anatomisch zusammengehöriger Neuronengruppen. Die Frage ist damit aber noch nicht beantwortet. Die Frage ist also, welche Abbildungsmechanismen aus der Struktur des Nervennetzes die Struktur der Gedanken, Eindrücke und Gefühle erzeugen - das klassische Leib-Seele-Problem - und woher diese Abbildungsmechanismen kommen. Dazu kann es nur eine Antwort geben: die Abbildungsmechanismen sind im Verlauf der biologischen Evolution geprägt worden und können nicht naturgesetzlich abgeleitet werden, d.h. zwischen Strukturen und Prozessen des Nervennetzes einerseits und psychischen und kognitiven Strukturen und Ereignissen andererseits gibt es keinen naturgesetzlichen Zusammenhang wie zwischen Protein und Gen bei der Proteinsynthese durch Genexpression. Allein aus der Struktur und Funktionsweise des Nervennetzes kann nicht auf seine Wirkungen geschlossen werden, abgesehen von den peripheren motorischen und hormonellen Wirkungen. Die Bedingungen des Überlebens haben durch Selektion dazu geführt, dass die Abbildungsmechanismen zwischen den Strukturen passend sind, so dass empirische Zusammenhänge und Koinzidenzen feststellbar sind, wie z.B. gewisse Lokalitäten oder Fehl-

funktionen, obwohl sie im Prinzip zufällig sind. Eine Konsequenz daraus ist, dass eine technische Rekonstruktion unmöglich ist.

Die kybernetische Funktion des Nervensystems beschränkt sich nicht allein auf die Durchleitung und Verschaltung der neuronalen Signale. Die Erzeugung der Aktionspotentiale - genauer die Erhaltung des Ruhepotentials - im Axon erfordert mittelbar Energie und der Verbrauch der Neurotransmitter durch die Freisetzung an den Synapsen setzt genügend Nachschub voraus, so dass auch diese Prozesse nicht unberücksichtigt bleiben dürfen und nicht nur als Urheber von Leistungsgrenzen der Systemelemente und von Störungen anzunehmen sind. Sie sind mithin als Träger von Information anzusehen, weil sie die Fortleitung der eigentlichen Information beeinflussen. Die Wartung des Systems Zelle muss über die Nutzung selbst mittels Rückkopplungen geregelt werden. Die Bedeutung von Sauerstoff und von Glukose für die Funktionsfähigkeit des Gehirns ist wohlbekannt und wird intensiv zur Erforschung seiner Funktionsweise genutzt. Es besteht sogar der dringende Verdacht, dass die äußerst komplexen Vorgänge im Zellkern der Neuronen eine erhebliche und bisher zu wenig beachtete Rolle für die Funktionsweise des Gehirns spielen. Erst in jüngster Zeit sind bestimmte Mechanismen der Genexpression und Genregulation bekannt geworden, die auf Grund ihrer kybernetischen Strukturen auch für langzeitige Gedächtnisfunktionen verantwortlich sein könnten, wie z.B. die mehrstufigen Signalkaskaden vom Neurotransmitter Serotonin an geeigneten Rezeptoren, die an G-Proteine gekoppelt sind, über cAMP (cyclisches Adenosinmonophosphat) als second messenger und Proteinkinasen bis zu Transkriptionsfaktoren wie CREB (cAMP-Response-Element-Binding Protein), die im Zellkern unmittelbar auf die

Genexpression einwirken und dadurch mehrere Proteine synthetisieren. Solche Substanzen haben durch ihre Konzentration und Lebensdauer in der Zelle kybernetische Funktionen als Signalverstärker und als Signalspeicher. Das Molekül cAMP ist ein Abkömmling von ATP, dem Energielieferanten in der Zelle und ist in vielen verschiedenen Signalwegen zu finden. Als Glied in der Signalkette sind die genannten Substanzen bestimmend für die Mechanismen von Kurzzeit- und Langzeitgedächtnis in der Folge von Lernprozessen und sie sind hochkonserviert, d.h. sie sind in Mensch und Maus genauso zu finden wie in der Fruchtfliege Drosophila und sie kommen in Zellen vieler Organe vor. Da die Signalwege mit Rückkopplungen verbunden sind, bilden sie komplexe Schaltwerke. Wesentliche Arbeiten hierzu stammen vom österreichisch-amerikanischen Psychiater und Neurobiologen Eric Kandel (*1929, In Search Of Memory), der für die Entdeckung von CREB als Bestandteil der Lern- und Gedächtnismechanismen der Meeresschnecke Aplysia den Nobelpreis im Jahr 2000 erhalten hat.

In der Natur gibt es selten alles-oder-nichts bzw. immer-oder-nimmer wie in der Technischen Kybernetik mit Digitaltechnik, sondern meistens mehr-oder-weniger. Substanzen, die durch einen physiologischen Prozess einmal gemischt worden sind, können nicht mehr vollständig getrennt werden, d.h. der Prozess oder das Ereignis kann nicht mehr vollständig oder nur über sehr lange Zeit ungeschehen gemacht werden. Bei jeder weiteren Mischung wird dieselbe Konzentration mit einer geringeren Menge erreicht als beim erstenmal. Unweigerlich entsteht daraus eine Art von Gedächtnis. Gedächtnis bedeutet Erreichung und Erhaltung eines bestimmten Zustandes über einen längeren Zeitraum, besonders auch

einen Widerstand gegenüber Veränderungen. Eine Synapse, an der einmal ein Aktionspotential angekommen ist, ist nicht mehr dieselbe Synapse wie zuvor. Die Moleküle des Neurotransmitters im synaptischen Spalt werden zwar wieder entfernt, indem sie vom Rezeptor gelöst und durch Enzyme abgebaut oder in die präsynaptische Membran zurückgeschleust werden, aber es ist sehr unwahrscheinlich, dass der vorherige Zustand wieder vollständig hergestellt werden kann. Andererseits können besonders Proteine, neben der DNA und anderen Polymeren, sehr große Makromoleküle sein, die naturgemäß als Quanten auftreten und ihre Wirkung als Rezeptor, Transmitter, Membrankanal, Hormon oder Enzym jeweils ganz oder gar nicht ausüben. Konzentrationsgradienten von Proteinen liefern Positions-, Weg- oder Zustandsinformationen und spielen dadurch eine steuernde Rolle bei vielen Entwicklungsvorgängen des Individuums, auch bei der Vernetzung der Nervenzellen im Gehirn. Chemische Reaktionen folgen nicht einem Ziel oder Zweck, sondern den Gesetzmäßigkeiten der Chemie. Sie haben jedoch kybernetische Bedeutung als Zustandsübergänge oder Schalter zwischen kurz oder länger dauernden Zuständen. Moleküle fungieren als Signalträger und Signaltransporter.

Zusätzlich ist zu berücksichtigen, dass chemische Prozesse relativ langsam und nichtlinear ablaufen. Man kann einen chemischen Prozess abrupt und willkürlich starten, aber sehr häufig nicht ebenso beenden. Bringt man zwei reagierende Substanzen zusammen, dann kann die Reaktion sofort einsetzen, wird aber mit abnehmender Intensität so lange laufen, bis die ursprünglichen Substanzen nahezu vollständig verbraucht sind. Eine geringe Konzentration der Ausgangsstoffe wird über lange

Zeiträume erhalten bleiben, weil ihre Moleküle sich so weit voneinander entfernen, dass die Wahrscheinlichkeit des Zusammentreffens und der Reaktion immer geringer wird. Das bedeutet, dass die Wirkung sich wiederholender biochemischer Prozesse auch vom Zeitintervall der Wiederholungen, z.B. von der Atmungs- oder der Pulsfrequenz, abhängig ist oder dass sie umgekehrt die Funktion eines Uhrwerks haben. Wegen der Beteiligung kleiner und leichter Ionen gehen biochemische und bioelektrische Prozesse oft ineinander über. Neuronale Schalter sind daher nicht einfach mit elektronischen Schaltern zu vergleichen, die immer zwischen wohldefinierten und unveränderlichen Zuständen bzw. Spannungen wechseln. Die Unterschiede zwischen biochemischen und bioelektrischen Prozessen lassen jedoch Schlussfolgerungen auf die Funktionsweise kognitiver Prozesse zu. Die Identifizierung von Symbolen, Formen und Mustern beispielsweise erfordert Schnelligkeit, Genauigkeit und Zuverlässigkeit; Eigenschaften, die chemisch nur dort zu erreichen wären, wo sehr wenige oder einzelne Moleküle beteiligt sind. Die adäquate, unmittelbare Verarbeitung der Sinnesreize kann daher nur bioelektrisch gewährleistet werden, wogegen gedächtnisartige Funktionen nur chemisch möglich sind. Des weiteren muss beachtet werden, dass in elektrischen Netzwerken wie Computersystemen Zustandsübergänge an sich meist irrelevant sind, während sie bei chemischen Prozessen wegen ihrer Zeitdauer und der Komplexität beteiligter Substanzen systemwirksam und informationstragend sein können. Daher dürfen die Nebenwirkungen der in einer Synapse ausgeschütteten Neurotransmitter mit ihren Abbau- oder Umbauprodukten nicht vernachlässigt werden, zumal im Organismus jede Wirkung wieder eine Funktion ausübt. Vergleichsweise dazu wird im

Computer die unvermeidbar erzeugte Wärme abgeführt und übt keine Funktion aus, sondern bildet ein sogenanntes Epiphänomen, sofern sie nicht zur Beschädigung führt.

In technischen Systemen werden Sensordaten zweckgemäß direkt in Steuerdaten umgesetzt. In manchen Systemen können die Sensordaten zusätzlich in einen Speicher eingehen, z.B. in eine Kundendatenbank, dessen Inhalt aus logischer Sicht weiterhin als Sensordaten zu betrachten ist. Der innere Systemzustand bleibt in jedem Fall unverändert. Für das Zentralnervensystem aber ist anzunehmen, dass die Sensordaten - die afferenten Impulse - ausschließlich den inneren Systemzustand prägen und die Steuerdaten - die efferenten Impulse - ausschließlich vom Systemzustand bestimmt werden: das Gehirn muss nicht wiederverwendbar sein, es darf seinen Zustand im Verlauf seiner Tätigkeit irreversibel verändern. Die vielfältigen Gründe für diese an sich asynchrone Kommunikationsform liegen in der Phylogenese und in der Homöostase, d.h. in der grundsätzlichen Unabhängigkeit der Evolution und Funktion der beteiligten Organe voneinander. Es bedeutet eine asynchrone Form der Kommunikation zwischen Sinnesorganen als Sender und Muskeln bzw. Drüsen als Empfänger, mit dem neuralen Apparat als Puffer dazwischen. Unwillkürlich erhält es durch die Pufferfunktion intrinsische Funktionen als Speicher bzw. Gedächtnis, als Filter, als Modulator und als Transformator, d.h. verallgemeinert als Prozessor. Die Nahzeitigkeit von Wahrnehmung und Motorik kann diese Entkopplung verwischen und dem Beobachter eine sendergesteuerte, halbsynchrone Kommunikation vortäuschen. Wenn die Vermutung richtig ist, die Möglichkeit von Träumen und Halluzinationen deutet darauf hin, dann hat sie Konsequenzen für die Erklärung von Wille

und Motivation, weil diese dann mehr vergangenheitsorientiert als gegenwartsorientiert wären, indem der innere Systemzustand die gesammelte Lebenserfahrung repräsentiert.

Ein weiterer gravierender Unterschied ist zu nennen. In technischen Systemen werden Funktionen immer dann ausgeführt bzw. eingeschaltet, wenn sie benötigt werden. Das ist ökonomisch und es ist möglich, weil ihr Bedarf auf Grund der Konstruktion vorhersehbar ist, erfordert aber immer dann eine Entscheidung und Zeit, wenn die Funktion benötigt wird. Für Lebewesen könnte dies fatale Folgen haben. Dort müssen Funktionen auch dann ausgeführt werden, wenn sie nicht akut gebraucht werden, weil sie nicht vorhersehbar sind, weil sie im Bedarfsfall verzugslos verfügbar sein müssen und vor allem weil keine übergeordnete Entscheidungsinstanz darüber befinden kann. Das heißt, dass Funktionen nicht aus- und eingeschaltet, sondern in einem dynamischen Gleichgewicht gehalten und durch geeignete Signale angeregt oder gehemmt werden. Eine solche Funktion ist der Vergleich, der in Regelungssystemen, hier vornehmlich Istwert gegen Sollwert der Regelgröße, wie in kognitiven Systemen die Schlüsselfunktion ist. Dafür sind effiziente Speziallösungen notwendig, die auf assoziativer (inhaltsadressierter) Speicherung und der Integration von Funktionen gründen. Dazu das Beispiel Thermostat: anstatt in Intervallen die Raumtemperatur mit einem handelsüblichen Thermoelement zu messen, abzufragen und sie im Regler mit dem Sollwert zu vergleichen, wird das Thermoelement so konstruiert, dass es pausenlos direkt die Differenz misst und von sich aus als Ergebnis auf die Heizquelle unmittelbar einwirkt. - So liegt hier einer der entscheidenden Gründe für die scheinbare Inversion der Kybernetik.

An dieser Stelle sei auf einen grundsätzlichen Unterschied zwischen natürlichen Systemen und von Menschen geschaffenen Systemen, einschließlich künstlich geschaffenes oder verändertes Leben, hingewiesen. Letztere müssen a priori so konstruiert sein, dass sie im Normalbetrieb nicht zum Schaden oder gar zum Tode von Menschen führen können; andernfalls hat der Konstrukteur mit Haftungsforderungen und ggf. mit Gefängnisstrafen zu rechnen. Er kann daher im Betrieb keine Experimente machen, darf sich keine Irrtümer und Unzuverlässigkeiten leisten, darf sich nicht mit Wahrscheinlichkeiten oder Statistiken begnügen und darf für das Resultat seiner Arbeit nicht auf den glücklichen Zufall hoffen. Auf der anderen Seite kann man weder Gott noch die Natur oder sonst wen für die Konstruktions- und Qualitätsmängel des Lebens und den natürlichen oder krankheitsbedingt frühen Tod verantwortlich und haftbar machen. Die Qualitätssicherung wird hier von der natürlichen Selektion auf ihre ganz eigene Art besorgt. Der gegenwärtige Zustand der Natur und des Lebens ist die einzig bekannte und zufällige von sehr vielen möglichen und unbekannten Formen. Die Evolution als Konstrukteur der belebten Natur ist im Gegensatz zum menschlichen Konstrukteur nicht zwingend auf Erfolg ausgerichtet, so dass zwar viele biologische Mechanismen in technischen Systemen nutzbar sind, viele Lösungswege der Natur aber der Technischen Kybernetik verschlossen bleiben. Es ist daher wenig sinnvoll, die Natur pauschal als Ideal zu betrachten oder imitieren zu wollen. Während in der Technischen Kybernetik alte Bauteile und Funktionalitäten durch neue ersetzt werden, kann die Evolution alte Module nur verändern und erweitern. Somit bleiben viele ursprüngliche Funktionen über mehrere Spezies einer Abstammungslinie hinweg erhalten und überlagern und

verschränken sich im Organismus mit erweiterten oder neuen Funktionen.

Um möglichen Missverständnissen vorzubeugen muss ausdrücklich angeführt werden, dass die Kognitive Kybernetik nicht die Physikalische Kybernetik ersetzt, sondern auf deren Basis, aber als eine "höhere Ebene", die sich in den neuralen Verbindungen, Vernetzungen und Strukturen widerspiegelt, wirksam ist. Genau das ist das Mysteriöse und Faszinierende daran. Auch andere, nichtneurale Lebensprozesse, wie das Immunsystem, unterliegen einer Form von Kybernetik, die der Kognitiven Kybernetik in Teilen vergleichbar ist. Für die Wissenschaft der unzähligen Steuerungsmechanismen in Pflanzen und Tieren, allen voran der genetische Apparat, ist die Bezeichnung *Biokybernetik* fest etabliert und mit der Dynamik der biologischen Prozesse beschäftigt sich die Systembiologie.

Rückwirkung und Rückkopplung

Rückkopplung ist die direkte oder indirekte Rückführung eines Ausgangssignals auf den Eingang desselben Systems. Sie ist grundlegende Voraussetzung und Bedingung des Lebens überhaupt. Der von der Technischen Kybernetik übernommene Begriff des *Regelkreises* aber ist hier falsch und führt zu vielen Missverständnissen, weil er a priori eine Denkweise impliziert, die der Natur eine teleologische Wirkungsweise unterstellt. In natürlichen Systemen gibt es keine Regelung; sie ist erst die Erfindung des menschlichen Geistes und führt wieder auf die eingangs gestellte Kernfrage zurück. Regelung in Organismen würde Variation und somit die Evolution prinzipiell unmöglich machen. In der Physiologie sind dagegen sehr häufig kommunizierende Prozesse vorzufinden, die strukturell dem Regelkreis entsprechen und daher nach außen ähnliches Verhalten zeigen.

Die Rückführung eines Ausgangssignals y auf den Eingang ist aus Sicht des übergeordneten Systems wie das Setzen einer internen Zustandsvariablen. Mathematisch lässt es sich in der Formel $y_t=f(x,y_{t-1})$ mit x als Input ausdrücken. Im allgemeinen Fall ist der innere Zustand z des Systems eine Summe aller vorangegangenen Inputs, bzw. eine Funktion von Input und vorangegangenem Zustand und der Output y ist eine Funktion von Input und aktuellem Zustand. Als Formel also $z_t=f(x,z_{t-1})$ und $y=f(x,z)$. Mit mathematischen Methoden können die Gleichungen zu Wellen- oder Schwingungsfunktionen transformiert werden. Je geringer der relative Informationsgehalt oder Ordnungsgrad eines signalsendenden Systems bzw. einer Gleichung ist, desto unregelmäßiger ist die daraus

resultierende Schwingung und desto höher ist der Informationszuwachs beim signalempfangenden System. Dieser paradox scheinende Zusammenhang ergibt sich aus der Informationstheorie und kann leicht zu Missverständnissen führen.

Außer dem klassischen Fall der Regelung ist Rückkopplung auch dann notwendig, wenn nur eine relative Steuerung im Verhältnis zum aktuellen Zustand möglich ist, d.h. wenn die zu steuernde Größe (die Stellgröße) nur graduell verändert, nicht aber auf einen absoluten Wert gesetzt werden kann. Das ist in der belebten Natur die Regel, wie z.B. das Anspannen oder Lockern von Muskeln, und es ist eine der entscheidenden Bedingungen der biologischen Evolution, die just von graduellen Veränderungen auf der Grundlage des jeweils aktuellen Zustandes vorangetrieben wird. Die natürliche Selektion wirkt hier als Rückkopplung. Während in technischen Regelkreisen meist die Regelgröße selber durch die Rückkopplung kontrolliert wird, kann es in natürlichen Systemen auch ein anderes, mit der Regelgröße korreliertes Merkmal sein. Umgekehrt können über eine einzige Kontrollgröße mehrere Regelgrößen gesteuert werden. Die Regelgröße Körpertemperatur kann nicht direkt geregelt werden, sondern nur indirekt über die Balance der Wärme durch verschiedene Körperfunktionen für Wärmezu- oder -abfuhr. Eine Rückkopplung ohne zeitliche Verzögerung macht eine vorausgehende Planung überflüssig, indem sie durch die dynamische Bewertungsfunktion des Reglers ersetzt wird. Dadurch kann in der Natur eine scheinbare "Intelligenz", Voraussicht oder Teleologie vorgetäuscht werden.

Das Charakteristikum der Rückkopplung ist die Schließung von Gliedern

einer Funktions- oder Ursache-Wirkungs-Kette zu einem ***Wirkungskreis***. Dadurch wird eine gegenwärtige Funktion von einem inneren Zustand und dadurch wiederum von früheren Inputs abhängig, so dass ein *Gedächtnis* entsteht, bzw. in technischen Systemen, die ihre innere Struktur nicht verändern dürfen, ein Gedächtnis durch Veränderung des inneren Zustandes temporär ermöglicht wird. Es sei hier daran erinnert, dass lebende Systeme nicht nur ihren inneren Zustand, sondern sogar ihre innere Struktur verändern dürfen!

Es ist leicht einsehbar, dass Wirkungskreise nicht nur ein einziges oder zwei Funktionsglieder umfassen können, sondern im Prinzip beliebig viele, so dass die Rückwirkung dann schon auf Grund der zeitlichen Verzögerungen, aber auch mangelnder Korrelation, kaum mehr erkennbar und nachvollziehbar ist. Darüber hinaus werden Wirkungskreise verschachtelt und zu *Wirkungsnetzen* verschaltet, so dass Mehrfachwirkungen erreicht werden und Nebenwirkungen in anderen Teilsystemen unvermeidbar sind. Eines der Merkmale von Wirkungskreisen ist die Zeitdauer zwischen einem Reiz und der Reaktion dazu an einer Stelle im Kreis. Da man in einem Kreis einen Punkt in zwei Richtungen, Zukunft und Vergangenheit, erreichen kann, sind Verwechslungen und scheinbare Vertauschungen von Ursachen und Wirkungen nicht ausgeschlossen.

Ein bekannter Wirkungskreis im Gehirn ist der "cortico-striato-pallido-thalamo-corticale Regelkreis" aus allen Regionen des Kortex über Basalganglien, Thalamus zurück zum motorischen Kortex. Dazu gibt es verschiedene Nebenschlüsse - Schleifen oder sogenannte Satelliten -

zwischen den einzelnen Komponenten und zu anderen Komponenten des Gehirns als Wirkungsnetz. Die Neurone der Basalganglien wirken ausgangsseitig hemmend auf den auch im Ruhezustand aktiven Thalamus. Da das Striatum als eingangsseitige Komponente der Basalganglien ebenfalls hemmend auf die ausgangsseitige Komponente, die Substantia nigra, wirkt, bedeutet eine Erregung des Striatum das Ausbleiben der hemmenden Wirkung auf den Thalamus und somit eine erregende Wirkung auf den motorischen Kortex. Störungen dieses Wirkungskreises verursachen sowohl neurologische Störungen wie die Parkinsonkrankheit als auch psychische Störungen, auf Grund von Verbindungen zum sogenannten limbischen System, dem emotionalen Zentrum des Gehirns, zu dem die Amygdala gehört. In den letzten Jahren sind viele solcher Wirkungskreise entdeckt worden, auch unter Einbeziehung von Hormonen im Blutstrom, wodurch die intensive Vermaschung der Hirnstrukturen bestätigt wird. Erwartungsgemäß gibt es Wirkungskreise auch innerhalb der Neuronen, unter anderen an den präsynaptischen Endigungen, woraus je nach Ausprägung kurzzeitige oder langzeitige Lern- und Gedächtniseffekte resultieren können.

Im Mittelpunkt intrazellulärer Wirkungskreise stehen die Transkriptions-faktoren. Das sind Proteinmoleküle, die auf die Expression mehrerer Gene einwirken und selber Genprodukte sind. Durch chemische Interaktion verschiedener Proteine als Rezeptoren und second-messenger zur Aktivierung oder Deaktivierung der Transkriptionsfaktoren bilden diese Wirkungskreise intrazelluläre und interzelluläre Signalkaskaden mit Schalterfunktionen über mehrere Stufen, mit Nebenfunktionen wie Verstärkung und Verzögerung. Bestimmte Signalwege mit den gleichen

Molekülen finden sich in verschiedenen Zelltypen und verschiedenen Spezies.

Die Technische Kybernetik unterscheidet positive und negative Rückkopplung, je nachdem ob eine Funktion durch die Rückwirkung verstärkt oder abgeschwächt wird. Positive Rückkopplung führt leicht zu Instabilität, Chaos und Zerstörung oder auch zu manchmal erwünschten Lawineneffekten wie bei der Spaltung von Atomkernen in der Atombombe. Dadurch wirkt positive Rückkopplung als Schalter und kann Zustandswechsel beschleunigen. Negative Rückkopplung, verursacht durch Addition antagonistischer Wirkungen - und Brennpunkt der Kybernetik Wieners - mündet oftmals in angestrebten oder zufälligen Gleichgewichtszuständen; so kann auch unbeabsichtigt der Eindruck einer Regelung entstehen, weil die Erhaltung oder Wiederherstellung eines Zustandes bewirkt wird, wie die sogenannte Homöostase in Organismen. Dabei wird stillschweigend angenommen, dass die Rückkopplungschleife wiederholt durchlaufen und kontrolliert beendet wird. Der Gleichgewichtszustand kann stabil sein, indem der aktuelle Zustand unveränderlich ist oder gleichmäßig um einen Mittelwert pendelt oder indem eine Auslenkung anwächst, bis sie sprunghaft wieder den Ausgangszustand einnimmt. Das Gleichgewicht kann dynamisch sein, indem eine hohe Zuführungs- oder Produktionsrate durch eine ebenso hohe Abführungs- bzw. Konsumrate ausgeglichen wird, oder es kann statisch sein, indem Zufuhr und Abfuhr beide gleich null sind. Der Unterschied ist nicht durch bloßen Augenschein erkennbar. So sind auch die Bahnen von Planeten oder von Elektronen um ihre Zentralkörper Gleichgewichtszustände, die von den symmetrischen Kräften der Physik

als Form der Rückkopplung verursacht sind. Alle biologischen Organismen sind den dadurch verursachten Zyklen wie Tag und Nacht, Mondphasen, Gezeiten und Jahreszeiten unterworfen. Die Kybernetik kommt ins Spiel, wenn ein Gleichgewicht zwischen zwei Kräften von einer dritten Kraft durch Zufuhr bzw. Abfuhr von Energie - eventuell mittels eigener Energiespeicher -gezielt veränderbar und beeinflussbar ist.

Eine triviale Form von Rückkopplung ist die Steuerung und Beobachtung der eigenen Körperbewegungen, z.B. die Augen- und Kopfbewegungen bei der Beobachtung bewegter Objekte, sowie auch das Hören der eigenen Sprachäußerungen. Gleichzeitig sind die unwillkürlichen Muskelaktivitäten selbst wieder Informationsquellen für propriozeptive Sinnesnerven. Diese unmittelbare und praktisch verzugslose, motorische Form der Rückkopplung ist wohl Voraussetzung für ein kognitives Leben, weil sie durch die kontinuierliche Erfolgskontrolle der Aktivitäten deren zielgerichtete Steuerung und Ausführung ermöglicht. Bekannt sind viele Formen von Rückkopplungen zwischen Organen, zwischen Zellgruppen, zwischen einzelnen Zellen und innerhalb von Zellen zwischen Organellen und sogar Molekülen, also zwischen unterschiedlichen Strukturkomplexen. Die ungeheure Anzahl unterschiedlicher Substanzen im Organismus, manche davon mit mehreren Funktionen, lässt eine enorme Vielfalt offener und versteckter, struktureller und dynamischer Rückkopplungen zu. Dynamische Rückkopplungen sind unvermeidbar in Flüssigkeiten wie Blut und Zellplasma, wo eine unüberschaubare Anzahl verschiedener Substanzen anwesend sind, die chemisch wechselseitig reagieren können. Enzyminduktion, Enzymrepression, Interkonvertierung von Enzymen sind nur einige Beispiele für die Vielfalt physiologischer Rückkopplungen,

Wirkungskreise und Wirkungsnetze, die in der Fachliteratur meist als biologische Regelungsmechanismen bezeichnet werden. An den meisten physiologischen Prozessen sind Ionen beteiligt, die sich gegenseitig durch die elektrostatischen Kräfte beeinflussen, so dass ihre Wirkungen und Rückwirkungen kaum zu isolieren sind. Der Organismus ist fast vollständig bestückt mit sensorischen Nervenzellen, die seinen Zustand pausenlos und umfassend an das Zentralnervensystem melden (Ausnahme ist das Gehirn selbst), so dass annähernd jede Zustandsänderung bewusst oder unbewusst registriert werden kann. Diese inneren, schon pränatal wirksamen Rückkopplungen sind Bedingung für die Entwicklung und Funktion der Kognition, sind dem Bewusstsein aber weitgehend entzogen. Nicht zuletzt dienen auch die Gefühle als Sensoren und Detektoren wieder der Rückkopplung.

Jede Übertragung zwischen einem Sender und einem Empfänger hat stets drei Zustandsänderungen zur Folge: beim Sender, beim Empfänger und das Transportgut selbst. Im Handelsgewerbe ist diese Erkenntnis so banal, dass sie gar nicht nennenswert ist, aber für die Physiologie hat sie höchste Bedeutung. Außer bei unverändert wieder ausgeschiedenen Substanzen wird das Transportgut (Hormone, Transmitter) beim Empfänger meist verändert, indem es sich beispielsweise mit einem Rezeptor chemisch, dauerhaft oder temporär, zu einer anderen Substanz verbindet, die neue Prozesse als Signalkaskaden auslösen und unter Umständen auch auf den Sender zurück wirken kann. Bei technischen Systemen werden beim Sender - an seinem Systemeingang - alle notwendigen Substanzen und Energie in ausreichender Menge zur Verfügung gestellt bzw. ersetzt, was bei natürlichen Systemen nicht der Fall ist, so dass hier beim Sender durch

die Übertragung eine Lücke entsteht, die ihrerseits andere Prozesse auslösen kann oder muss, gegebenenfalls um die Lücke wieder zu füllen (daher die Forderung ökologischer Nachhaltigkeit). So können lawinenartig Kettenreaktionen entstehen, die schließlich von der Vereinigung der Samenzellen bis zum Tod des Organismus reichen, oder wenn man will, von der ersten Zellteilung auf diesem Planeten vor deutlich mehr als drei Milliarden Jahren bis heute ohne Unterbrechung und ohne absehbares Ende.

Dazu ein kleines, eigentlich banales Gedankenexperiment: die Lücke beim Sender entsteht, sobald das Transportgut den Sender verlässt. Bei langsamer Übertragung kann beim Sender also kontrolliert oder unkontrolliert ein neuer Prozess ausgelöst werden, bevor das Transportgut bzw. die Nutzinformation, ebenso wie die Information über den Transportvorgang (Metainformation), beim Empfänger registriert wird, so dass es zu einer Konkurrenz und zu Irritationen verschiedener Prozesse oder Informationen unter anderem durch Verwechslung von Reihenfolgen, Ursachen und Wirkungen kommen könnte. Was durch die quasi zeitlose Übertragung mit Lichtgeschwindigkeit ausgeschlossen ist, hat für biologische Prozesse und deren Synchronisation wirkliche Bedeutung, weil hier als Informationsträger immer Substanzen - Ionen, Atome, Moleküle, Zellen - mit geringer Geschwindigkeit über viele Zwischenstationen transportiert werden müssen. Die Länge von Übertragungswegen ist folglich eine entscheidend wichtige Größe dabei und die Dichte des Nervennetzes ein wesentlicher Faktor für seine Leistung.

Noch ein kleines Gedankenexperiment: ein Thermostat, das

Standardmodell für Regelungssysteme, steuert bekanntlich ein Heizungsventil in Abhängigkeit von der gemessenen Temperatur. Die Temperatur kann absolut gemessen werden, vorzugsweise in Grad Celsius, oder sie kann relativ als Abweichung zu einer Normtemperatur (nicht verwechseln mit der Solltemperatur!) gemessen werden. Für die Funktion des Reglers ist der Unterschied irrelevant, sofern nur das Verhältnis zwischen Reiz und Reaktion, d.h. gemessene Regelgröße und Stellgröße, stimmig ist. Tatsächlich kann ein Thermometer ohnehin nichts anderes als eine physikalisch bedingte Eigenschaftsänderung wie Länge oder Ausdehnung im Verhältnis zur Änderung seiner Normaltemperatur zu messen. Die Normaltemperatur selbst kann als *Präformation* keine nutzbare Information liefern und die Eigenschaftsänderung muss durch ein anderes Thermometer geeicht werden: eine rekursive Kette. Die Vermutung liegt sehr nahe, dass auch das Bild im Kopf nicht ein absolutes Abbild der Welt, sondern ein relatives Bild ist im Verhältnis zum "genetisch eingebauten Normalbild". Für ein adäquates Verhalten wäre es ausreichend, solange die Regelung funktioniert.

Ein spezielles Beispiel für Rückkopplung ist das sogenannte ***Bootstrapping***-Verfahren. Das grundlegende Prinzip ist die Entwicklung eines Systems aus sich selbst heraus, folglich ist es ein Evolutionsprozess ohne die Notwendigkeit einer bestimmten Zielsetzung, beginnend bei einer systemspezifischen Anfangsposition. Die "Entwicklung aus sich selbst heraus" ist geradezu ein definierendes Merkmal natürlicher Systeme als Produkte historischer Prozesse. Bootstrapping ist vergleichbar mit der vollständigen Induktion in der Mathematik oder als praktisches Beispiel mit der Selbstsicherung eines Solobergsteigers. Von einer abgesicherten

Position, zuerst aus der natürlichen Anfangsposition am Fuß des Berges, muss er eine neue Position erklimmen, die dann die alte Position als Sicherungsposition ablöst sobald sie gesichert ist. Das Verfahren ist rückkoppelnd, weil der Bergsteiger solange mit der alten Position in Verbindung bleiben oder dahin zurückkehren muss, bis sie durch die neue Position als Ausgangsposition ersetzt werden kann und weil im Vergleich zur alten Position ein Fortschritt erzielt werden soll. Der Übergang zur neuen Sicherungsposition kann geschehen, wenn die alte Position nicht mehr erreichbar ist, oder wenn die neue Position besser ist, also Sicherung ermöglicht und zielnäher ist als die alte. Die neue Kletterposition als Output der Wahrnehmung wird zum Input der folgenden Systemoperation in Form der Sicherungsaktionen. Dieser Prozess wiederholt sich ständig, wobei in jedem Durchgang der innere Systemzustand, d.h. die aktuelle Position wie auch der physische und mentale Zustand, verändert wird, bis das Ziel erreicht ist. Obwohl die Veränderung des inneren Systemzustandes an sich trivial ist, wird sie oft vernachlässigt: wissenschaftlich in der Psychologie des sogenannten Behaviorismus und praktisch als Ursache bei vielen Unfällen gerade auch in den Bergen. Für den zielorientierten Bergsteiger ist von Bedeutung, ob das endgültige Ziel oder nur das nächste Etappenziel in Sichtweite ist. Mangelnde Aussicht - d.h. unvollständige Information - kann logisch betrachtet zur Verlängerung des Programmes führen, praktisch betrachtet wegen begrenzter Ressourcen zu dessen Abbruch oder Absturz. Unberücksichtigt bleibt hier der kybernetisch störende und zu kompensierende Einfluss des Wetters als Umwelt, das zur Statik des Berges eine Dynamik beisteuern würde und somit ein erweitertes Wahrnehmungs- und Entscheidungsfeld zur Folge haben

müsste, z.B. biwakieren im Fels.

Der Wechsel der Sicherungsposition ist eine spieltheoretische Aufgabe mit einer alles-oder-nichts-Entscheidung bei Erreichung eines Schwellenwertes. Der Bergsteiger befindet sich stets in einem Dilemma: er muss die sichere Position verlassen, wenn er sein Ziel erreichen will, andererseits erreicht er sein Ziel ebenso wenig, wenn er abstürzt, weil er die sichere Position verlassen hat. Die Erfolgsstrategie ist also nicht die Direttissima, sondern der räumliche Zickzack-Kurs zur jeweils nächsten sicheren Position oder der zeitliche Zickzack-Kurs sichern-klettern oder stop-and-go. Der Grund dafür ist die notwendige Aneignung von Information aus der Umwelt sowie aus der eigenen Systemkonfiguration zur Bestimmung des nächsten geeigneten Schrittes. Es ist also nichts anderes als eine Evolutionsstrategie mit - in diesem Fall zielgerichteter - Variation und Selektion. Hierin steckt eine Bedingung: für den kognitiven Bergsteiger ist der Gipfel mit dem Ausblick das Ziel, dem physisch-biologischen Kletterer geht es um die Überwindung der Schwerkraft, damit der emotionalen Überwindung der Angst und der körperlichen Überwindung der Gefahren durch Aktivierung aller verfügbaren Ressourcen. Letztlich wirken positive Gefühle wie das Gefühl der Selbstbestätigung als Belohnung und als Motivation für den nächsten Trip.

Liegt der Unterschied zwischen Kognitiver und Physikalischer Kybernetik also nur in der reflexiven Betrachtungsweise eines kognitiven Systems? Man kann weiter argumentieren, dass ein gewichtiger Teil des Lebens die ständige und notwendige Bemühung um die Überwindung der Naturkräfte und der Naturgewalten oder Auseinandersetzung mit der umgebenden und

nur bedingt vorhersehbaren Welt ist und dass die Ziele eher Fiktionen und Illusionen sind, die als Auslöser von Handlungen bzw. als Motivationen dienen. Steht die sich fortlaufend verändernde, unsichere Lebenswelt als Antreiber nicht im Gegensatz zu den auf Beständigkeit gründenden Zielsetzungen? Zielstrebigkeit und Erfolg, definitionsgemäß das Fundament der Kognitiven Kybernetik, sind charakteristische Werte der westlichen Erziehung und Bildung. Ist die westliche Kultur also vielleicht Selbstbestätigung und Selbstzweck - Ursache und Wirkung in einem, um die eigentliche und dem Bewusstsein ausgesetzte Ziel- und Sinnlosigkeit des Lebens besser ertragen zu können?

Kommunikation zwischen kognitiven Systemen kann verschiedenen Zwecken dienen. Einmal dient sie dazu, Informationen um ihrer selbst willen zu übertragen wie bei Nachrichtensendungen. Die Nutzung der Informationen bleibt dabei dem Empfänger überlassen. Andererseits kann sie dazu dienen, das Verhalten des Empfängers im Sinne des Senders zu beeinflussen oder zu steuern - von den Sophisten des antiken Griechenland schon intuitiv erahnt und wiederentdeckt als Appellfunktion in Bühlers Organonmodell und in der sogenannten Sprechakttheorie als ein Feld der Soziokybernetik. Letzteres beinhaltet die Kenntnis und die Prognose der Wirkung der übertragenen Information auf den Empfänger, setzt also bereits eine Kommunikation mit dem Empfänger in Form einer Beobachtung voraus. Auch dies ist eine Form von Rückkopplung und Kognitiver Kybernetik, oder "kommunikative Koppelung". Ein ähnliches Phänomen kommunikativer Koppelung, jedoch ohne bestimmte Absicht und Zweck, ist das synchrone Verhalten von Kollektiven, z.B. das rhythmische Klatschen bei Konzerten oder die La-ola-Welle im Stadion.

Das Charakteristische daran ist die subjektive Interpretation und Vorhersage des Empfängerverhaltens durch Bildung eines Modells des Empfängers beim Sender und die zweckmäßige Gestaltung der zu übertragenden Information wie bspw. In Werbung und Politik. Diese Form der Kommunikation wird besonders dann interessant, wenn der Empfänger die Absichten des Senders durchschaut - und möglicherweise sodann sabotiert - oder als autonomes System seinerseits Absichten hat. Dieses Kommunikationsmodell entspricht dem Eindrucksmodell der Kommunikation mit Außen-Innen-Dichotomie von Gerold Ungeheuer. Der Empfänger modifiziert und aktualisiert seine individuelle Welttheorie auf Grund der verbalen wie auch nonverbalen Signale und auf Grund eigener Annahmen über die Absichten des Senders. Aus diesem Grund und weil der Sender sich in der erwarteten Reaktion des Empfängers täuschen kann, ist eine ständige Rückkopplung des Empfängerverhaltens, ein Regelkreis, notwendig. Daraus resultieren die beiden grundlegenden Formen menschlich-verbaler Soziokybernetik, die in der Kindererziehung wie in der Weltpolitik Anwendung finden: Forderung und Angebot oder in anderer, weniger schmeichelhaften Bezeichnung Erpressung und Wahlgeschenk. Treffen beim Sender fehlerhafte Beobachtung der Umwelt und falsche Prognosen als Resultat eines fehlerhaften Weltmodells aufeinander, dann kann es durch wiederholte positive Rückkopplung zur mentalen - oder im größeren Maßstab zur politisch-ökonomischen - Katastrophe kommen.

Bei der Heizungsregelung ist das eigentliche Ziel der Regelung nicht die Temperatur, sondern der Komfort der Bewohner sowie die Ökonomie des Heizbetriebes. Die Temperatur ist lediglich die zu beiden Zielgrößen in

Beziehung stehende, veränderbare und einfach zu messende Hilfsgröße, die der Thermostat über die Zeit betrachtet in der Nähe einer Führungslinie zu halten versucht. Regelung kann auch sehr viel anders funktionieren. Man stelle sich vor, dass das Heizungssystem einfach drauflos heizt und der Bewohner ruft bei Erreichen seiner Ungemütlichkeitsschwelle "halt - zurück!" bzw. dreht selbst am Heizventil. Thermoelement und Regler bilden in diesem Fall eine Einheit. Das sieht technologisch ganz offenbar nach einem Rückschritt aus! Es bedeutet, dass die Temperatur zwischen den Rändern eines Führungsbandes gehalten wird anstatt entlang einer Mittellinie. Es ist zu bedenken, dass der Komfort im Bestreben der individuellen Ontogenese ist, während die Ökonomie, d.h. Breite und Verlauf des Führungsbandes, im Verlauf der Phylogenese für die Population eines Habitats optimiert wird. Der wesentliche Unterschied aber liegt in der Form der Kommunikation: die technische Regelung ist halbsynchron-empfängergesteuert (sogenanntes Polling durch den Regler), die natürliche Regelung ist halbsynchron-sendergesteuert (sogenannter Interrupt durch den Bewohner). Man hat es somit weniger mit einem klassischen Regelungssystem, als vielmehr mit zwei ***kommunizierenden Prozessen*** zu tun - dem Wirkungskreis zwischen Heizungssystem und Bewohnersystem. Mit andern Worten ist die technische Regelung reaktiv, wogegen die natürliche Regelung proaktiv ist. Die Körpertemperatur ist keine extern vorgegebene Größe, sondern wird vom System selbst bestimmt, nachdem sie sich im Verlauf der Evolution so eingependelt hat. Da kommunizierende Prozesse im Prinzip gleichberechtigt sind, ist der Begriff der Rückkopplung dafür eigentlich nicht mehr zutreffend. Die Natur unterscheidet nicht zwischen Regler und Regelstrecke. Es ist fast

selbstverständlich, dass ein Prozess mit mehr als einem Partnerprozess kommunizieren kann, so dass beliebig komplexe Netzwerke wie Organismen und das menschliche Gehirn entstehen können.

Man kann annehmen, dass diese Form der Regelung sehr viel flexibler ist als die übliche technische Regelung, weil sie nicht teleologisch ist, statt dessen am status quo orientiert ist. Das heißt, dass die Ziele vage und gleitend sind anstatt präfixiert und starr. Dadurch erst eröffnet sie der biologischen Evolution alle Möglichkeiten, die ihrerseits für die Feinabstimmung von Organismus und Umwelt oder Motorik und Wahrnehmung gesorgt hat. Eine ständige, äußerst intensive, direkte und umfassende Kommunikation von Prozessen zur Wahrnehmung (Sensorik) und zur Motorik ermöglicht schnelle Korrekturen in Mikroschritten. In der Rückkopplungsformel $y_t=f(x,y_{t-1})$ würde die Zeitdifferenz zwischen t und t-1 gegen den Grenzwert Null tendieren. Bei positiver Rückkopplung bewirkt dies einen Lawineneffekt, der durch Begrenzung zum Schaltereffekt wird; Beispiele sind die Feldeffekttransistoren der Elektronik und die Auslösung des Aktionspotentials der Neuronen. Die Verbindung zwischen emittenter Struktur und rezipienter Struktur ist hier also nicht notwendig a priori bestimmt, sondern etabliert sich selbst im Verlauf der Kommunikationszyklen. Eine der Voraussetzungen dafür ist allerdings die Beschränkung der Variationsbreite, wie sie in der Natur meist per se gegeben ist in den begrenzenden Eigenschaften der Organe, Muskeln und Gewebe. Ein Beispiel ist die Koordination von Augenbewegungen mit dem Sehen, u.a. die Steuerung des Ciliarmuskels zur Fokussierung der Augenlinse und die unwillkürliche Synchronität von Augen- und Kopfbewegung. Das Auge ist daher nicht als ein nur passiv rezeptives Organ anzusehen, sondern als ein

mit der Welt interagierendes Wahrnehmungssystem aus sich überlagernden und verschränkten Wirkungskreisen, das dem Bewusstsein schließlich alle Informationen liefert, die mit der Wahrnehmung passiv und aktiv verbunden sind, also auch die aus den koordinierten, unbewussten Muskelbewegungen "errechneten" Informationen (J.J. Gibson 1904-1979). So werden komplizierte, zeitintensive und überdies fehleranfällige Vorausberechnungen erspart, wie sie vor allem in Robotern und in der Raumfahrt möglich und notwendig sind zur Planung geeigneter Bewegungen. - Ist das die Inversion der Kybernetik?

Daten- und Signalvergleiche

Das Vergleichen von Signalmustern, Datenmustern oder Datenstrukturen ist Basisfunktion und neben der Rückkopplung ein Schlüsselelement von Kognition und Kybernetik. Es ist die Rückseite von Unterscheidung oder Diskrimination und folglich Bestandteil vieler kognitiver Funktionen wie Suche, Selektion, Separation, Sortierung, Auswahl, Klassifizierung und Identifizierung und ist Grundlage aller Erkenntnis, aller Bewertungen, Beurteilungen, Entscheidungen und Handlungen. Ebenso beruhen darauf alle Zeichen- und Symbolsysteme wie Sprache und Schrift. Verbunden damit ist die Herstellung von Beziehungen zwischen Muster und Symbol sowie zwischen verschiedenen Mustern. Ein Gesicht beispielsweise gehört zu einer Person mit Namen A, die mit einer Person mit Namen B in Beziehung steht, zu der das andere Gesicht gehört. Damit ist das Vergleichen und Erkennen von Mustern, wie z.B. das Identifizieren von Gesichtern, ein Schlüsselelement des Lernens und des Lebens überhaupt. Auf kognitiver Ebene ist die Grundlage des Vergleichens das Wissen in Folge von Lernen und Erfahrung. Folglich ist Lernen und Kognition ein andauernder, spiralförmiger Entwicklungsprozess. Obwohl es um den Vergleich von Bedeutungsinhalten geht, kann der Vorgang des Vergleichens nur auf syntaktischer Ebene, das sind die Formen von Zeichen und die Regeln und Mechanismen zur Erzeugung komplexerer Zeichenmuster und Zeichenstrukturen, und darunter auf der Ebene des Substrats mit der Kodierung stattfinden, d.h. auf der biologischen und letztlich auf der chemisch-physikalischen Ebene wie z.B. durch Helligkeit von Licht oder durch elektrische Potential- oder chemische Konzentrationsdifferenzen. Bedingung für gültige Datenvergleiche ist die

gleichartige Chiffrierung der zu vergleichenden Zeichen und Muster und die Kodierung von Informationen.

Es gibt viele verschiedene Vergleichsmethoden, die sich vorwiegend in ihrer Ausgangssituation und in ihrer Effizienz unterscheiden. Die anspruchsvollsten Vergleichssysteme der Technischen Kybernetik und Informatik finden sich in den Sicherheitssystemen zur Personenerkennung und -identifizierung mit Analyse von Fingerabdruck, Genprofil oder Netzhautabbild sowie in Systemen zur Erkennung von Sprache und von Handschriften. Vergleiche werden angestellt zwischen verschiedenen Erfahrungszuständen und Erinnerungen des einzelnen Menschen, zwischen Menschen mittels sprachlicher Kommunikation und schließlich zwischen den Gegenständen und Zuständen der äußeren Welt. Das Vergleichen beginnt mit dem Blick auf die Uhr beim Aufwachen. Es drückt sich explizit in mathematischen Gleichungen oder in sprachlichen Ausdrücken wie dem Komparativ oder in Klassifizierungen aus. Dem Vergleich folgt ein Ereignis, in Form einer Entscheidung, einer Handlung oder eines Sprechaktes. Umgekehrt erfordert das Erkennen alternativer Handlungsmöglichkeiten einen vorherigen Vergleich der voraussichtlichen Handlungsfolgen. Insofern ist ein Vergleich überhaupt nur dann sinnvoll, wenn Handlungsalternativen verfügbar sind, wobei "keine Handlung" gewissermaßen den "Defaultwert" darstellt.

Der Regelfall von Vergleichen ist die Erkennung und die Identifizierung einer unbekannten Entität oder Form, einer neuen Wahrnehmung wie eines Gesichtes, eines Wortes oder einer Melodie, durch Zuordnung zu einem Element aus einer Menge bekannter Entitäten, Formen oder Zeichen.

Damit sind zwei grundlegende Bedingungen verbunden: die Wahrnehmungsfähigkeiten sowie die innere Repräsentation bekannter Entitäten, Formen und Zeichen als Schablonen, deren Ursprung bei technischen Systemen aus der Konstruktion oder aus externen Quellen wie Kataloge oder Datenbanken stammt und vorgegeben ist, bei natürlichen Systemen aber vom System selbst erst erworben werden muss! Das kann nur Aufgabe und Ergebnis der Evolution und der individuellen Ontogenese und Erfahrung sein. Sinnesleistung und Gedächtnisleistung sind somit bestimmend für die Fähigkeit zur Kognition, was nicht sehr verwunderlich ist. Ein **Grundsatz der Kognition** könnte lauten: nur was identifiziert wird, das ist bekannt - nicht umgekehrt. Schwierigkeiten ergeben sich oftmals aus der Unvollständigkeit der zu vergleichenden Entitäten, sowie aus dem Umstand, dass nicht die Identität als vollständige Gleichheit der Entitäten notwendig ist, sondern bereits eine mehr oder weniger bestimmte Ähnlichkeit als Vergleichsergebnis ausreicht, wie bei Handschriften. Genau diese Fähigkeit ist eine Eigenheit der Kognition.

Eine andere, häufig anzutreffende Situation ist die Auswahl einer Entität aus einer Menge gleichartiger Entitäten durch Vergleich einer bestimmten Schlüsseleigenschaft. Eine zweckmäßige Methode dazu ist der sportliche direkte Wettkampf, eine im Vergleich dazu mehr unfreiwillige und indirekte Methode ist die biologische Selektion. Auf Grund ihrer chemischen Spezifität haben Enzyme und Rezeptoren ebenso eine selektive Wirkung, bzw. sie sind nur wirksam, wenn in einem Mix anwesender Substanzen die passende darunter ist. Unter Umständen genügt eine Prüfung auf Ungleichheit, die deutlich weniger Information erfordert, weil schon ein einziger beliebiger Unterschied genügen kann für eine Entscheidung.

Ergebnis eines auch noch so komplizierten Datenvergleiches ist ein einziges Bit: ja oder nein, wahr oder falsch. Damit läßt sich die zu verarbeitende oder zu übertragende Informationsmenge drastisch reduzieren; mit der Konsequenz allerdings, dass dieser Prozess nicht umkehrbar ist. Das Ergebnis des Vergleiches steuert hardwaremäßig Schalter, Ventile, Relais und Transistoren, softwaremäßig logische Programmverzweigungen und Programmschleifen, sogenannte Kontroll-strukturen. Ebenso können als Vergleichsergebnis unmittelbar elektrische Ströme und chemische Reaktionen ausgelöst werden - insbesondere in Neuronen und im genetischen Apparat der Zellen allgemein.

Im einfacheren Modellfall werden zwei Zeichen A und B auf Gleichheit oder Ungleichheit verglichen und in Abhängigkeit vom Ergebnis wird eine Aktion X oder eine Aktion Y ausgeführt, wobei natürlich auch die leere Aktion möglich ist. Voraussetzung ist, dass eine vergleichbare Beziehung zwischen A und B vorhanden ist, mit andern Worten, A und B sind Elemente einer Menge oder Zeichen eines Alphabets. Programmtechnisch heißt es: wenn A = B dann X, sonst Y. Ein verhängnisvoller Fehler kann in Softwaresystemen auftreten, wenn nicht berücksichtigt wird, dass bei Ordnungsrelationen A entweder größer oder kleiner als B sein kann, wenn beide ungleich sind, so dass der Vergleich nicht vollständig und das Resultat möglicherweise undefiniert ist. Das Gleichheitszeichen ist jedoch nicht immer als Identität, sondern als Übereinstimmung oder Passung zu interpretieren. Ein einfacher Test auf Identität ist die Subtraktion, die in diesem Fall naturgemäß Null ergeben muss. In vielen Fällen ist die nachfolgende Aktion abhängig von der Differenz der zu vergleichenden Größen. Eine Aktion kann eine chemische Reaktion, ein Transport- oder

Kommunikationsprozess, eine Handlung, ein beliebiges Ereignis, ein Zustandsübergang oder auch wieder ein Vergleich sein.

Die naheliegendste, aber auch am wenigsten effiziente und am wenigsten intelligente Methode ist das pixelweise Vergleichen von Bildern oder das zeichenweise Vergleichen von Texten. Wegen des grundsätzlich hohen, hauptsächlich zeitlichen Aufwands sind Methoden zur Steigerung der Effizienz unbedingt notwendig. Ein erster Schritt dazu ist die Extraktion der relevanten Information oder Unterdrückung der redundanten Information. Eine weitere Methode ist die Erkennung und Analyse invarianter oder wiederholt auftretender Substrukturen wie Formen und Figuren oder Wörter und Satzteile. Der Schritt zur semantischen Kodierung, einer modernen Richtung in der Informatik vorwiegend zur Bildverarbeitung, ist hier nicht mehr weit. Der Mensch hat den Gestalten seiner Erfahrung sprachliche Bezeichner zugeordnet. Dabei entstehen Probleme, weil Sprachlaute nicht beliebig kombinierbar sind und weil über kurz oder lang die Grenzen der menschlichen Gedächtnisleistung erreicht sind. Der Computer hat diese Probleme nicht, er könnte also zufällige Zeichenketten als Bezeichner bilden und somit eine überwältigende Anzahl von Gestalten identifizieren. Gerade diese Methode kommt nur in biologischen Systemen zur vollen Wirkung, da erst die Aggregation der elementaren Daten dafür die Voraussetzung schafft. Da ein Vergleich grundsätzlich symmetrisch ist, kann die Richtung umgedreht werden, d.h. es wird nicht die unbekannte Entität mit den bekannten Entitäten verglichen, sondern die bekannten Entitäten werden nacheinander mit den unbekannten Entitäten verglichen, besonders dann, wenn ihre Anzahl klein ist wie die Ziffern und Buchstaben.

In technischen Systemen muss dieser Vorgang wegen der Binärkodierung und wegen begrenzter Ressourcen sequentiell oder teilparallelisiert ausgeführt werden, in natürlichen Systemen dagegen muss er vollständig parallel in Echtzeit erfolgen, weil es keine zentrale Steuereinheit für die Bestimmung der Reihenfolge und des Ablaufes gibt. Sequentielle Verarbeitung im Gehirn wäre einfach nicht überlebensfähig. Ausnahmen sind Vergleiche, die aus intrinsischen Gründen nur sequentiell erfolgen können, wie der Vergleich von gesprochenen Wörtern oder von Melodien. Binärkodierung kommt dafür also nicht in Frage. Das bedeutet nichts anderes, als dass die Kodierung der Wahrnehmungen von den Diskriminationsmöglichkeiten der Sinnesrezeptoren bestimmt werden muss, so dass der Vergleich komplexer Muster wie Gesichter in einem einzigen oder in wenigen Schritten ausgeführt werden kann. Es ist möglich, dass in der Phylogenese die Disposition dafür angelegt wird und in der Ontogenese anhand der sensorischen Empfindungen selber die Feinjustierung erfolgt.

Die Erkennung und Identifizierung von Mustern und Strukturen findet alltäglich mit verschiedenen Methoden statt. Schablonen finden Verwendung in Handwerk und Industrie, in der Küche als Sieb oder Seier und im Kinderzimmer als pädagogisches Spielzeug. Die Aufzählung zeigt die universelle Bedeutung von Schablonen als annähernd identische oder als komplementäre Struktur zu der zu erkennenden Struktur. Die zweite Methode ist das Hinzufügen zu einer Struktur, die beispielsweise im Chemielabor zur Identifizierung von Substanzen mittels charakteristischer Reaktionen Verwendung findet. Die dritte Methode ist analog das Wegnehmen von einer Struktur, um an Teilen derselben charakteristische

Merkmale zu erkennen. In der Kriminalistik werden solche Methoden zur Perfektion gebracht. Das Hirn ist also im Prinzip ein Superkriminalist, was uns nicht bewusst ist, weil es seine Aufgaben in der Blackbox vollautomatisch und zumeist scheinbar perfekt erledigt. Wenn Fehler passieren, dann können wir es nicht bemerken, oder sie treten als neurologische Störungen auf, oder sie führen zu Missverständnissen und möglicherweise zu Unfällen.

In Datenbanken werden zur Beschleunigung der Datensuche baumartige Indexstrukturen erzeugt, die zu mehrstufigen, rekursiven Vergleichsvorgängen führen, wobei die Menge der bekannten Entitäten - in diesem Fall die gespeicherten Datensätze - durch Filterung sukzessive drastisch verringert wird. Solche Indexstrukturen sind gewollte und kontrollierte Redundanz, die zusätzlich zu den eigentlichen Daten verwaltet werden muss. Im Internet werden solche Methoden von den Suchmaschinen intensiv eingesetzt. Das sind nur wenige Beispiele für die Möglichkeiten von Datenvergleichen. Dem Auffinden noch effizienterer und intelligenterer Methoden, z.B. durch Einbeziehung von Kontext, von Erfahrungswerten oder von Wahrscheinlichkeiten, sind keine Grenzen gesetzt. Ihre Bedeutung in der Praxis kann durch Hinweis auf die für die Prävention terroristischer Anschläge notwendigen Maßnahmen, wie das Aufspüren von Waffen und Sprengstoff bzw. deren Bestandteilen, oder von verräterischen Sprachfragmenten im Telefonverkehr, leicht illustriert werden.

Entscheidende Bedeutung hat die Ausnutzung versteckter oder impliziter Information sowie von Metainformation, besonders deshalb, weil sie in

technischen Systemen, einschließlich von Systemen der Künstlichen Intelligenz, per Definition praktisch keine Rolle spielt. Dazu gehört jede mit den allgemeinen Naturgesetzen, dem Substrat der Kognition oder der konkreten Situation verbundene Information. Auch in regelhaften Strukturen ist ein hohes Maß an verborgener und ungenutzter Information enthalten; so z.B. in gewichteten Graphen Strukturen wie Ordnungsrelationen, die von den Gewichten und Differenzen untereinander gebildet werden. Oder wenn man weiß, dass die zu findende Menge nur ein einziges Element enthält, dann reduziert sich der Suchaufwand durchschnittlich auf die Hälfte, weil nach Auffinden dieses Elementes die Suche abgebrochen werden kann.

So banale Dinge wie Küchensieb und Kaffeefilter haben eine kybernetische Funktion, so wie die Funktion des Reglers im Regelsystem, indem sie nichts anderes tun als zu vergleichen, genauso wie der Steuermann und Navigator als Personifizierung der Kybernetik und genauso wie jede Zellmembran mit den integralen Membranproteinen. In der Sprache der Logik ist der Vergleich eine Teilfunktion der Implikation, nämlich der wenn-Teil in der wenn-dann-Funktion. Die Vielzahl und Spezifität der integralen Membranproteine bewirkt eine hohe Selektivität jeder einzelnen Zelle und ermöglicht somit ein komplexes Verhalten der Zelle als Anpassung und Reaktion auf äußere Ereignisse. Die Proteinfamilie der Cadherine mit mehreren hundert Mitgliedern sorgt für den Zusammenhalt der für jede Variante spezifischen Zellen in einem Gewebe, indem sie wie Verbindungsschrauben wirken und genau wie Gewindeloch und Schraubenmutter zusammenpassen. Einer der zentralen Vergleichsvorgänge des Lebens ist die Genexpression, indem bestimmte Moleküle

wie Promotoren, Transkriptionsfaktoren und RNA-Polymerasen mit DNA-Abschnitten verglichen werden und bei Erfolg das entsprechende Gen exprimieren und letztlich zur Erzeugung der dadurch bestimmten Proteine führen. Geradezu phänomenal ist die Selektivität des Immunsystems, das tausende verschiedener Antigene identifizieren und gezielt bekämpfen kann.

Sogar das Wesen von Wahrheit, die Feststellung von Wahrheitsgehalten, beruht auf Vergleichen. Um die Wahrheit einer Nachricht zu erkennen, wird sie intrasubjektiv mit den Vorstellungen verglichen, die der aktuellen bildhaften Wahrnehmung oder der sprachlichen Erinnerung entspringen. Die Nachricht "heute ist Vollmond" erzeugt zunächst die Vorstellung einer runden, erleuchteten Scheibe, die nun entweder mit der aktuellen Wahrnehmung des Mondes als runde, erleuchtete Scheibe oder mit dem vorhandenen Wissen oder einer Nachricht aus anderen Quellen verglichen wird, z.B. mit einer Information aus dem Internet. Die Nachricht "gestern war Vollmond" erzeugt dieselbe bildhafte Vorstellung und wird entweder mit der bildhaften Vorstellung der Erinnerung an die vergangene Nacht oder der sprachlichen Erinnerung einer anderen Nachrichtenquelle verglichen. Erkennbar werden hierin die Korrespondenz bzw. die Kohärenz von Wahrheit, entsprechend den Wahrheitstheorien der Philosophie. Die Aspekte der Erkenntnisvermögen sollen an dieser Stelle keine Rolle spielen.

Um Wahrheit festzustellen, muss also auf die Mechanismen und Kriterien des Vergleichs rekurriert werden! Da sich die Wahrheit einer Nachricht auf ihre inhaltliche Deutung als Bedeutung bezieht, spielt die Übertragungs-

qualität oder Übertragungstreue nur eine geringe Rolle. Weiter kann der Inhalt in verschiedenen Sprachen, Ausdrucksformen und Wörtern kodiert sein, so dass der bewusste Vergleich sich nur auf die mit der Nachricht verbundenen subjektiven Vorstellungen beziehen kann, nicht dagegen auf die Übertragungs- und Darstellungsformen. Die Folgen für die zwischenmenschliche Kommunikation sind leicht nachvollziehbar und im Alltag beobachtbar.

Ohne Vergleiche gäbe es keine Intelligenz, kein Bewusstsein und kein Leben. - Mystik ist dazu nicht erforderlich, denn die Vergleiche sind Folgen der Gesetzmäßigkeiten chemischer Verbindungen. Die Effektivität und Effizienz sowie Schnelligkeit und Zuverlässigkeit der Vergleiche ist von äußerster Wichtigkeit für die Überlebensfähigkeit; der Mangel daran ist einer der Hauptgründe, warum die Künstliche Intelligenz bisher so wenig erfolgreich ist. Vergleiche finden unwillkürlich statt zwischen Enzym und Substrat, zwischen Rezeptor und Transmitter, zwischen Antikörper und Antigen, zwischen hydrophoben und hydrophilen Molekülen, zwischen positiven und negativen elektrischen Ladungen in Zellmembranen wie im Axon von Neuronen und in elektronischen Schaltkreisen, zwischen schweren und leichten Substanzen im Schwerefeld oder in einer Zentrifuge im Labor. Weil solche physikalischen Ereignisse im Organismus spontan und unaufhörlich stattfinden - die Kräfte der Physik wirken räumlich und zeitlich lückenlos -, sind Lebensfunktionen wie Vergleiche und in Folge davon Empfindungen, Gefühle und Gedanken ständig präsent und müssen nicht bei Bedarf erst zeitaufwendig organisiert und ausgeführt werden.

Auf dieser Ebene, der Spezifität und Selektivität hochstrukturierter

Moleküle, findet also die scheinbare Inversion der Kybernetik statt. Genau hier ist der Übergang von der Biologie zur Psychologie, vom Naturwesen Mensch zum kognitiven, planenden, willensgesteuerten Kulturwesen. Wahrnehmung und Erkenntnis ist Folge von Kontrasten, Differenzen oder Verschiedenheiten. Vergleich und Diskrimination bedeuten Bewertung und sind zwei Seiten derselben Medaille: der Relation oder Ordnung von Dingen als Eigenschaften, beispielsweise als Ordnung der Zahlen oder als Relation von Buchstaben oder von Farben. Das Vergleichen ist der Ursprung für die Kategorien der Qualität und Quantität von Gegenständen, somit der Ursprung von Mathematik und Logik. Vergleich als logische Implikation, Konjunktion und Disjunktion durch serielle und parallele Vernetzung, sowie Negation durch Umschaltung, die alle molekular darstellbar sind, bilden die ausreichenden logischen Funktionen zur Realisierung eines Computersystems. Moleküle als Donatoren und Akzeptoren von Elektronen und Protonen und als Enzym-Substrat- oder Transmitter-Rezeptor-Paare bilden dadurch Signale und Signalkaskaden. Der kybernetische Grundbegriff des Signals bezeichnet eine Abstraktion und Deutung bestimmter molekularer oder energetischer Transport- und Transmissionsvorgänge. Enzyme wirken als Schaltelemente in der Signalkaskade. Komplexere Enzyme, die sogenannten Holoenzyme, die nur wirksam sind, wenn Apoenzym und Coenzym zusammenkommen, bilden logische Gatter als konjunktive Verknüpfung und gleichsam Zustandsspeicher. Durch die Enzymwirkung werden Moleküle verändert und dadurch ihrerseits aktiviert, so dass sie beispielsweise als Transkriptionsfaktoren die Expression von Genen zur Herstellung von Enzymen auslösen können, somit also kybernetische

Rückkopplungen realisieren. Die über Nerven- und Blutbahnen, über Kanäle in Zellmembranen oder auf anderen Wegen übertragenen Signale werden blockiert, gepuffert, gespeichert oder in veränderter, gefilterter Form verzögert oder spontan weitergeleitet, chemische Reaktionen werden angestoßen, gefördert oder gehemmt, biologische Prozesse bis hinauf zu Funktionen des menschlichen Geistes werden auf diese Weise eingeleitet, moduliert oder beendet. Zellen und Zellfortsätze bilden Verbindungen, Transportwege und komplexere Netzwerke für die Signale mit vielfältigen Vermaschungen und Rückwirkungen. Wahrnehmungs- und Denkprozesse können die Zustände des neuronalen Systems und somit die Basis für die Vergleiche verändern, so dass sie als Gedächtnisinhalte oder Erinnerungen wirksam werden können.

Um miteinander reagieren zu können und als Resultat der Reaktion Signale auszulösen, müssen die "richtigen" Moleküle sehr nahe zusammenkommen. Es muss also Mechanismen geben, die genau dies bewerkstelligen. Die Lösung kann nur in der vielschichtigen räumlichen Strukturierung des Organismus und der Zellen in sehr kleine und spezifische Kompartimente und Organellen liegen, so dass die Moleküle entsprechend ihrer Konzentration mit hoher Wahrscheinlichkeit in den gemeinsamen Wirkungsbereich ihrer molekularen, elektrostatischen Kräfte kommen und auf Grund ihrer spezifischen Affinität und ihrer räumlichen Konformationen miteinander reagieren können. Die Schnelligkeit einer Reaktion auf Wahrnehmungen ist von der nötigen Zeit für die Veränderung der Konzentration abhängig. Größere Kompartimente benötigen dafür mehr Zeit als kleine Kompartimente. Gebildet werden die Strukturen der Zellen von den vielen verschiedenen Membranen, die das Zytoskelett und

Substrukturen wie Filamente und Mikrotubuli bilden und denen die eigentliche Lebensfunktionalität zukommt, weil sie durch eingelagerte Proteine den Transport von Substanzen und Signalen zwischen Zellen und innerhalb der Zellen bewerkstelligen und regulieren. Der sehr enge synaptische Spalt zwischen den Membranen von Nervenzellen bildet ein solches Kompartiment und sorgt für die Zusammenkunft von Transmitter- und Rezeptormolekülen und dadurch für die Übertragung der Nervensignale.

Es versteht sich von selbst, dass die Signaltransduktion auf Grund der vielfältigen Bedingungen nicht mechanistisch funktionieren und nicht vollständig deterministisch sein kann. Die Kommunikation zwischen den Molekülen ist halbsynchron-sendergesteuert, weil es die "Sender" der Moleküle und Signale sind, die über das nächste Signal bestimmen, unter der Bedingung, dass ein Empfänger verfügbar ist. Die Synchronisierung zwischen Sender und Empfänger wird oftmals von dritten Molekülen als Coenzyme übernommen. Die Signalkaskaden werden nicht vom Ziel oder Zweck der Signale aus gesehen retrospektiv gesteuert, sondern prospektiv vom Ausgangsort zum Bestimmungsort hin. In den Mechanismen der Affinität, der Spezifität und des Zusammentreffens von Enzym und Substrat oder Transmitter und Rezeptor liegt eines der Geheimnisse des Lebens.

Aus dem Alltagsleben sind Warteschlangen bekannt, wie sie in Supermärkten an der Kasse, an Abfertigungsschaltern von Flughäfen, in Banken, Serviceeinrichtungen und manchen Behörden vorkommen. Die Prinzipien sind ganz ähnlich den oben beschriebenen molekularen Vorgängen. Ein Zulauf bzw. eine Konzentration von Kunden in einem Vorraum wartet auf

einen freien Bedienplatz. Die Kunden haben eine Affinität, weil die Bedienung ihnen einen Nutzen bringen soll; am größten ist die Affinität zu den freien Bedienplätzen. Die Dauer der Bedienung bestimmt immer dann über die Abfertigungsrate, wenn stets wartende Kunden für freie Bedienplätze vorhanden sind, die Konzentration der Kunden also hoch ist, bzw. die Warteschlange nie leer ist. Andernfalls addieren sich zu den Bedienzeiten noch Ankunftzeiten. Ein komplizierterer, nichtlinearer Sonderfall entsteht, wenn Kunden von der Bedienung in die Warteschlange zurückgeschickt werden, weil sie bspw. noch ein Formular auszufüllen haben. Die Bedienung wirkt dann nicht nur als Bearbeitungs-, sondern auch als Schaltelement, d.h. die Abfertigung der rückgeschickten Kunden wird zeitlich verzögert, multiplikativ variabel je nach Anzahl der Bearbeitungsschleifen - oder bis der Kunde entnervt aufgibt und die Bedienung folglich unterbleibt. Wichtige Größen sind die Zahl der bedienten Kunden, die pro Zeiteinheit das System verlassen, also der Durchsatz, sowie die Auslastung der Bediener, das ist der Anteil der aktiven Zeit an der Gesamtzeit. Der Durchsatz entspricht dem Signalfluss nach einer Signaltransformation, z.B. der Signalverarbeitungskapazität von Sinnesorganen oder der Signalübertragungskapazität an den Synapsen der Nervenzellen. Die Mathematik hat dafür die Warteschlangen- oder Bedienungstheorie entwickelt.

Gedächtnis ist ebenfalls eine kybernetische Funktion, die auf der Abstraktion komplizierter molekularer Interaktionen beruht, indem Strukturen und Zustände für einige Zeit unverändert bleiben, weil sie nur von mehreren gleichzeitig vorhandenen oder eintreffenden Signalen als Ereignisse geändert werden können. Um aufeinander folgende Signale

miteinander vergleichen zu können, muss das frühere Signal zwischengespeichert werden. Das heißt, **Gedächtnis ist keine eigenständige Funktion**, sondern eine nebenläufige oder inhärente Funktion von Schaltern, die in vielen unterschiedlichen Formen auftreten können und sowohl durch genetisch regulatorische Mechanismen mit Veränderungen des zerebralen Netzwerks als auch durch die Funktionweise der Neuronen und durch rückkoppelnde Strukturen realisiert werden. Es gibt daher kein spezifisches Organ für das Gedächtnis, wohl aber Suborgane des Gehirns wie den Hippocampus, die für das Gedächtnis wesentliche Funktionen liefern.

Wie die Erosion von Gestein durch die beständige Einwirkung von Wind und Wasser, so bilden sich komplexe, plastische Strukturen des Gehirns wie Canyons und Felsen oder Dünen als scheinbar beständige Zustände, die ein gegenwärtig sichtbares und wandelndes Abbild der äußeren Wirkungs- und inneren Widerstandskräfte konservieren. An Wirkungsgrenzen verschiedener Kräfte bilden sich Strukturen aus. Rauch und Nebel wird vom Wind sofort mitgetragen, Wasser folgt ihm mit etwas Verzögerung und kehrt in den Ruhezustand zurück, Sandkörner werden fortgetragen und bleiben im Windschatten liegen, Fels bleibt unbeweglich über Jahrhunderte erhalten. Nicht Materie an sich bringt Geist hervor, sondern das gesetzmäßige Verhalten der Materie als Strukturbildungen und Strukturtransformationen unter den gegenseitigen Wirkungen der physikalisch-chemischen Kräfte und Energien.

Jeder Fernsehzuschauer kennt das Phänomen, dass Speichenräder sich rückwärts drehen können, während das Fahrzeug, zu dem sie gehören,

sich vorwärts bewegt. Die Ursache dafür liegt in der Fernsehtechnik mit der Bildwiederholrate und ihrem Verhältnis zur Drehzahl der Speichenräder und der Anzahl ihrer Speichen. Dementsprechend bewegen sich die Speichenräder scheinbar vorwärts oder rückwärts oder scheinen still zu stehen, wenn alle drei Kennzahlen genau zueinander passen. Bei variablen Drehzahlen wären sogar ständige Oszillationen vorwärts-rückwärts möglich. Dieses augenscheinliche Beispiel soll die vielfältigen Möglichkeiten und Ursachen selbstorganisierender Systeme oder emergenter Eigenschaften durch Superposition diskreter Schwingungen oder periodischer Bewegungen als Folge von Datenvergleichen im Wahrnehmungsapparat mit der Möglichkeit von Täuschungen aufzeigen. Darüber hinaus zeigt das Beispiel anschaulich, dass ununterscheidbar gleichartige Systeme, also insbesondere atomare und subatomare Partikel, ausgetauscht werden können, ohne dass es erkennbar wird, oder in der Weise, dass dadurch scheinbar statische Zustände entstehen können. Damit kann man diesem Phänomen sogar philosophische Dimensionen zusprechen, wenn man an die energetisch, räumlich und zeitlich gequantelte Welt denkt, die beständig mit sich selbst interagiert.

Redundanz im Überfluss

Ein weiteres Schlüsselelement der Kognition und elementares Merkmal des Lebens überhaupt ist Redundanz. Das Leben ist wie ein Staffellauf. Bei der Übergabe des Stabes müssen für kurze Zeit beide Läufer den Stab festhalten, damit er nicht zu Boden fällt und der Lauf zu Ende ist. Je komplexer ein Organismus ist, desto mehr Redundanz ist damit verbunden. Dass manche wichtige Organe bis hin zu den Chromosomen doppelt vorhanden sind, ist wohlbekannt. Redundanz entscheidet über die Ausprägung von Stabilität. Geringe oder fehlende Redundanz ermöglicht Stabilität im Sinne von Robustheit, Geschmeidigkeit und Anpassungsfähigkeit bei abrupten Veränderungen der Umgebung, hohe Redundanz bewirkt Stabilität im Sinne von Formtreue bei sanften Veränderungen und bei Wiederholungen. Die Kognition erfordert Redundanz der Wahrnehmungen durch fortlaufende Wiederholungen und durch verschiedenartige Modalitäten wie auch Redundanz der inneren Strukturen. Täglich dieselben Gesichter wiederzusehen, bringt Stabilität der Erinnerung, schnelles und zuverlässiges Wiedererkennen, aber auch Anpassungsschwierigkeiten bei plötzlichen Veränderungen oder neuer Umgebung. Ursachen für redundante Information sind manchmal offene Übertragungswege, so dass ein Empfänger die gleiche Information von verschiedenen Sendern oder auf verschiedenen Wegen mehrfach erhalten kann. Redundante Informationen können verstärkend oder aber hemmend, sogar lähmend auf Entscheidungen und Handlungen wirken, je nachdem ob sie eindeutig, diffus oder sogar widersprüchlich sind. Das ist nichts weiter als Alltagserfahrung.

Ein Tisch braucht drei Beine, um stabil zu stehen, jedes weitere Bein ist dazu Redundanz. Der dreibeinige Tisch kann auf fast jedem Untergrund robust stehen, er passt sich dem Untergrund an bis an die Grenzen des Schwerpunktes, wobei die Nutzung graduell eingeschränkt wird; der vierbeinige dagegen wackelt auf unebenem Untergrund, weil die Beine nicht mehr unabhänig voneinander sind. Dafür kann der vierbeinige Tisch immer noch stabil stehen, unter Beachtung der Lastverteilung, wenn eines der Beine wegbricht. Je mehr Beine der Tisch bekommt, desto vielfältiger kann er bei gleicher Last gestaltet werden, aber desto ebener und fester muss der Untergrund sein, wenn der Tisch seinen Zweck uneingeschränkt erfüllen soll. Andererseits bleibt es wegen der Fehlertoleranz lange unbemerkt, wenn einzelne Beine nicht mehr belastbar sind oder der Untergrund sich verändert, bis die Lastgrenze erreicht ist und der Tisch plötzlich zusammenbricht. Bei Erdbeben spielt der Zusammenhang zwischen Redundanz, Stabilität und Robustheit von Häusern eine lebenswichtige Rolle.

Bei Computer- und Fernsehbildschirmen wird jedes Pixel durch seine Position und seine Farbwerte - in der Regel mit drei Byte kodiert - bestimmt. Auch bei Flächen gleicher Farbe müssen die Daten jedes Pixels gespeichert, übertragen und physisch dargestellt werden, obwohl es genügen würde, nur die Kanten zu bestimmen. Die Pixel innerhalb der Flächen sind pure Redundanz. Diesen Umstand machen sich die reversiblen Komprimierungsprogramme der Informatik zunutze, indem sie Bilddateien und Dateien allgemein nach der Erzeugung auf geringere Dateigrößen reduzieren. Das Gehirn jedoch muss die Komprimierung schon im Verlauf der Wahrnehmung vornehmen, um seine Ressourcen

effizienter zu nutzen! Davon zu unterscheiden ist das Weglassen irrelevanter oder verzichtbarer Information, das mit irreversiblem Verlust verbunden ist.

In jedem Augenblick wirkt auf den Menschen eine Fülle von Informationen ein und kann von ihm aufgenommen werden. Eine Menge, die weitaus größer ist als zur Erhaltung des Lebens notwendig ist. Der aufrechte Gang des Menschen hat zu einem äußerst dynamischen Wahrnehmungsspektrum einschließlich der Selbstwahrnehmung geführt. In Kombination mit den körperlichen Handlungsmöglichkeiten ergibt sich ein Verhaltensspektrum, das einmalig ist in der biologischen Evolution und vom Tier über die Primaten bis zur gegenwärtigen Kultur geführt hat. Die Wahrnehmung eines Gegenstandes ist immer nur aus einer Perspektive möglich, die nicht den ganzen Gegenstand offenbart. Erst die Wahrnehmung aus unterschiedlichen Perspektiven mit redundanten Anknüpfungspunkten der Einzelwahrnehmungen erlaubt die Erkenntnis des vollständigen Gegenstandes. Eine Überfülle an Information eröffnet weite Handlungsspielräume, erzwingt bzw. bindet aber auch Ressourcen für die erforderliche Selektion der Daten und ihre Bewertung. Indirekt führt die Informationsfülle zu einem hohen Grad an Individualität, die sich trotz oberflächlicher Gleichheiten in psychischen und mentalen Differenzen offenbart und so zum kulturellen Pluralismus beiträgt. Andererseits kann sie Fehlentwicklungen verschleiern bis sie nicht mehr korrigierbar sind.

Strukturelle Redundanz ermöglicht vielfältige Verknüpfungen zwischen den Elementen einer Struktur wie unterschiedliche Wege zwischen zwei Orten und kann auf diese Weise dichte Beziehungsgeflechte erzeugen. Man

erinnere sich an die unmittelbare Verwandtschaft von Strukturen und Informationen. So wird Lernen möglich durch das Erkennen und Erweitern von Bekanntem aus Unbekanntem, durch mehrfache und unterschiedliche Ansichten derselben Sache. Auch Bewusstsein als Information über Information oder als Bedeutung von Information ist ohne mehrfaches Prozessieren der Information überhaupt nicht denkbar. Die Bindung von Semantik an die Zeichenkodes ist allein das Resultat von Redundanz als Menge der Beziehungen zwischen Einzelinformationen. Erst aus mehrfach überlappenden Zusammenhängen ergeben sich zuverlässig Bedeutungen, die so zu dem für die Kognition und für die Entstehung von Intelligenz wesentlichen, **selbsttätigen Wissenserwerb** führen. Das ideale Werkzeug zur kommunikativen Vermittlung informationeller Beziehungen und Zusammenhänge zwischen Individuen ist die Sprache, die - welch ein Zufall - just auf der logischen Unabhängigkeit der Semantik gründet. Es ist sicher keine falsche Vermutung, dass Bewusstsein und Sprache in Koevolution durch positive Rückkopplung entstanden sind und dass das eine nicht ohne das andere möglich wäre und beide nicht ohne ein Langzeitgedächtnis.

Die Selbstbezüglichkeit des Lebens setzt eine hohe innere Redundanz unbedingt voraus, nicht nur zur Erhaltung des Lebens als Mittel für Ausfall- und Übertragungssicherheit sowie Fehlerkorrektur, wie sie in der Technischen Kybernetik fast ausschließlich gesehen wird, sondern weil sie das Wesen des Lebens und der Evolution an sich ist. Nur sie ermöglicht die Selbstreproduktion durch Kopie der DNA. Sie ist Bedingung für die Optimierung und Verbesserung der Effizienz alternativer Lösungs-möglichkeiten - siehe Datenvergleiche. Synergetik und Autopoiese, als

Architekturprinzipien des Lebens, sind Phänomene auch von Redundanz. Die Evolution kann die durch Wiederholung entstandene Redundanz in Komplexität umwandeln mittels differenzierender, spezialisierender und divergierender Variation und Selektion mit der Spezies Mensch als gegenwärtiges Topresultat.

Der Teilung einer organischen Zelle - als sogenannte Mitose ein elementarer Vorgang des Lebens - muss die Replikation des DNA-Moleküls vorausgehen. Das DNA-Molekül, das in die Chromosomen aufgeteilt im Zellkern vorliegt, ist sowohl physisch als auch logisch redundant. Physische Redundanz ist durch die doppelten und identischen Chromatiden gegeben, logische Redundanz ist im Doppelstrang durch die eindeutige, komplementäre Zuordnung der Basenmoleküle zueinander realisiert. Bei der Replikation wird zuerst der Doppelstrang aufgelöst und jeder der beiden Stränge wird dann durch Komplementierung der einzelnen Nukleotide wieder zu zwei Doppelsträngen ergänzt. Die physische Redundanz ist funktional für die Replikation nicht notwendig, beschleunigt jedoch den Vorgang durch die parallele Verarbeitung und erlaubt Korrekturmechanismen bei Replikationsfehlern. Bemerkenswert ist, dass einer der beiden Einzelstränge dabei im Rückwärtsgang stückweise - als sogenannte Okazaki-Fragmente - bearbeitet werden muss, ein sehr komplizierter Vorgang. Bei Bakterien werden so 1000, bei Menschen 100 Nukleotide pro Sekunde von insgesamt etwa drei milliarden Basenpaaren dupliziert. Die logische Redundanz ist außerdem die Grundlage der Transkription, dem ersten Schritt der Genexpression zur Protein-biosynthese, in dem die Information der DNA auf die sogenannte messenger-RNA übertragen wird. Ebenfalls stark redundant, mit

biologischen Konsequenzen, ist die Kodierung der Aminosäuren, weil es für 20 Aminosäuren 64 kodierende Tripletts gibt, obwohl maximal die Hälfte notwendig wäre.

Der Vorgang der Replikation ist die Grundlage für die Zunahme der Komplexität von Organismen. Die Welt ist nirgendwo völlig gleichförmig. Auf einem Berg herrschen andere physikalische Bedingungen als im Tal, in der Tiefsee andere Bedingungen als im Flachgewässer. Systemelemente, die nach einer Replikation identisch entstanden sind, werden nach einiger Zeit divergieren, weil sie unterschiedlichen Bedingungen und Einwirkungen ihrer Umwelt ausgesetzt sind. Gleichförmige, redundante Strukturen zerfallen so allmählich in Strukturen höherer Diversität und Komplexität. Unterschiedliche Habitate sind ein Grundpfeiler der Entwicklung verschiedener Arten in der Biologie.

Redundanz ist immer Begleiterscheinung von Regelmäßigkeit und Gesetzmäßigkeit, jedoch nicht umgekehrt. Die Elementarteilchenphysiker konnten aus mathematischen Gesetzmäßigkeiten der Symmetrie sowie des Energieerhaltungssatzes die Existenz und die Eigenschaften unbekannter Elementarteilchen vorhersagen, die erst später durch Experimente tatsächlich bestätigt wurden. So z.B. die Vorhersage des Neutrinos durch Wolfgang Pauli im Jahr 1930, das erst zwanzig Jahre später beim radioaktiven Zerfall experimentell nachgewiesen wurde. Ebenso können Physiologen und Molekularbiologen Eigenschaften von Proteinen auf Grund ihrer Aminosäurensequenzen vorhersagen. Ihre Gesetzmäßigkeit bzw. Redundanz bietet dafür die notwendige Voraussetzung. Daraus läßt sich aber nicht die Zukunft des Lebens

vorhersagen, ebenso wenig wie aus den Vorhersagen der Elementarteilchen die Zukunft des Universums vorhergesagt werden kann, weil die bekannten Strukturen nur beschränkte Gültigkeit haben und mit anderen, weniger bekannten, weniger redundanten, mehr zufälligen und daher nicht vorhersagbaren Strukturen verschränkt sind. Schließlich ist Redundanz auch Voraussetzung und Grundlage für alle Arten von Messungen und Eichungen sowie von Referenzschätzungen in der Archäologie und den Geowissenschaften, die alle auf Vergleichen basieren.

Schließlich sei noch auf eine philosophische Dimension von Redundanz hingewiesen. Woher weiß ein Individuum, dass seine Erkenntnis, seine Meinung und sein Wissen über die Welt und über sich selbst richtig ist? Ähnlich wie bei wissenschaftlichen Hypothesen gibt es keine Möglichkeit der positivistischen Verifikation. Es gibt nur die Möglichkeit, durch Informationsgewinnung aus verschiedenen Quellen, u.a. durch Kommunikation mit mehreren Artgenossen, die Redundanz von Informationen und Aussagen fortwährend zu erhöhen, bis möglicherweise ein Widerspruch entsteht. Widersprüche entstehen aus entgegengesetzten Aussagen zu demselben Sachverhalt. Die durch Karl Popper berühmt gewordene Falsifizierung wissenschaftlich-hypothetischer Aussagen und Theorien hat daher immer Redundanz zur Voraussetzung. Gleichsam ist Redundanz der Wahrnehmungen eine unverzichtbare, anthropologische Quelle für die Prinzipien und Möglichkeiten von Erkenntnis überhaupt und eine Quelle der Verstandesfunktionen. In den Erkenntnistheorien von Kant bis in die Gegenwart wird diese Begründungsquelle für Erkenntnis ignoriert. Am ehesten ist Redundanz in der Zeichentriade von C.S.Peirce als Interpretant implizit enthalten. Der Philosoph Jakob Fries (1773-1843)

wählte dafür die Bezeichnung "Prinzip des Selbstvertrauens der Vernunft", womit die Hilflosigkeit der Begründung für das deutlich gemacht wird, was Kant als Kategorien und als synthetische Sätze a priori für die Möglichkeit von Erkenntnis vorausgesetzt hatte.

Eine der aus Sicht der Informatik interessantesten Funktionen oder Fähigkeiten des Erinnerungsvermögens ist die Sicherstellung der Datenintegrität. Nicht selten kommt es vor, dass man die Telefonnummer eines Bekannten an zwei verschiedenen Stellen notiert. Ändert sich diese und man ändert sie nicht an beiden Stellen übereinstimmend, dann ist eine der beiden Nummern notwendig falsch. Das Dilemma ist, dass man nicht ohne zusätzliche Information - bspw. den Zeitpunkt der Speicherung bzw. Änderung - erkennen kann, welche der beiden die richtige ist. Man stelle sich vor, das Gesicht eines Bekannten würde doppelt im Gedächtnis gespeichert und nach einiger Zeit würde man den Bekannten wieder treffen, aber nur eines der gespeicherten Gesichter würde der altersbedingten Veränderung angepasst. Wie kann das Gehirn sicherstellen, dass jede Information nur einmal, also ohne unkontrollierte Redundanz, abgespeichert wird? Die Lösung dafür muss intrinsisch mit der Funktionsweise des Gehirns zusammenhängen, d.h. die Funktionsweise erzwingt gleichsam die Datenintegrität! Sonst würde man nur in besonderen Fällen oder nur mit Hilfe raffinierter Experimente feststellen können, dass das Gedächtnis einen Fehler gemacht hat. Die Datenintegrität könnte daher ein Schlüssel zum Verständnis der Funktionsweise des Gedächtnisses sein. Eine mögliche Antwort ist wiederum die freie Zuordnung von Bedeutung zu Form, indem mehrere Varianten einer Form derselben Bedeutung zugeordnet werden, sowie der

Zugang zu Information über ihre Bedeutung, nicht über ihre Form. Das ist wiederum unmittelbar mit Sprache und Bewusstsein verbunden. Diese Folgerung ist nicht nur hypothetisch, sondern ist tatsächlich als neurologische Störung beobachtet worden und ist als Capgras-Syndrom bekannt. Selbst engste Verwandte werden dabei als fremde Doppelgänger identifiziert. Zwar werden die Gesichter erkannt, aber das Erkennen ist losgelöst von der Bedeutung und somit auch von den Emotionen, die eigentlich damit verbunden wären.

Das Kennenlernen einer ganz fremden Sprache und Kultur ist ein Problem für Ethnologen, weil es zur Klasse der Henne-Ei-Probleme gehört. Es ist lösbar als Bootstrapping-Prozess, indem der Ethnologe zunächst "ins kalte Wasser geworfen" wird, wenn er ganz ohne Sprachkenntnisse beginnen muss zu lernen. Hier hilft nur die allen Menschen gemeinsame Gebärdensprache mit Gestik und Mimik als Anfangsposition zur schrittweisen Aneignung des Wortschatzes. Für die Entwicklung neuen Lebens als Bootstrappingprozess bildet die befruchtete Eizelle die Anfangsposition, die nicht nur das Genom der Eltern enthält, sondern auch viele mütterliche Proteine und Nukleinsäuren als Zwischenprodukte zur Genexpression, weil sie für die ersten Zellteilungen bereits vorhanden sein müssen. Erst dann funktioniert der genetische Apparat des Embryos eigenständig. Redundanz ist eine wichtige Bedingung bei Bootstrapping-Prozessen, wenn ein System als Lebewesen sich, wie im Abschnitt über Rückkopplung beschrieben, aus sich selbst heraus entwickeln soll. Zwischen den einzelnen Zuständen der Entwicklung muss mittels Redundanz ein geordneter Übergang möglich sein, sei es Information mittels der visuellen und haptischen Sinne in Übereinstimmung mit

allgemeinen Kenntnissen oder Erfahrungen in der frühen Kindheit oder mittels festgelegter und verfügbarer Regelsysteme in einer Kultur, sei es räumliche Redundanz durch Überschneidung oder zeitliche Redundanz durch Speicherung bzw. Lagerung oder seien es mehrfach vorhandene Substanzen und substanzielle Strukturen.

Der Solobergsteiger schafft Redundanz durch die Selbstsicherung einer geeigneten Position für den nächsten Kletterabschnitt und das gleichzeitig mögliche Halten und Tasten mit Händen und Füßen. Diese Redundanz ist notwendig für den Übergang von einem Kletterabschnitt zum nächsten, also von einem Evolutionsschritt zum nächsten. Er ist in ständiger Interaktion mit dem Berg als Umwelt, einerseits durch Aufnahme von Information und geeignete Anpassung an die Gegebenheiten, andererseits durch Einschlagen von Sicherungshaken zur Schaffung der Redundanz. In jedem Schritt ändert sich die innere Information, sowohl über den Körperzustand als auch über den neuen Standort. Für den nächsten Schritt ist Information von außen notwendig zur Auswahl einer Alternative. Je höher die Zahl der Alternativen, desto unbestimmter ist der nächste Schritt. Aus dem Umfang und der Bestimmtheit oder Unbestimmtheit der Information ergibt sich die Freiheit zur Auswahl des nächsten Schrittes mit Versuch und Irrtum einschließlich Erfahrung und Zufälligkeit, oder die mechanistische Determiniertheit des nächsten Schrittes; im speziellen Fall könnte es die physikalische Kausalität auf Grund von Naturgesetzen sein, wenn alle Alternativen identisch sind. Ein glatter Fels bedeutet fehlende Information, das Abtasten bringt ebenfalls keine Information für Griffs-möglichkeiten. Die Auswahlmöglichkeiten für den nächsten Griff und Schritt sind begrenzt und die Entscheidung für den Kletterweg dadurch

vorbestimmt, im Gegensatz zum rauhen und unebenen Fels mit vielen Spalten und Kanten für Griffe.

In der menschlichen Entwicklung bilden das Genom in jeder Zelle sowie gleichartige Zellstrukturen ein sehr hohes Maß an Redundanz, die notwendig ist, um in verschiedenen Umwelten annähernd gleiche Entwicklungswege zuverlässig zu gewährleisten, ohne die Funktionalität zu gefährden. Man könnte das Verständnis der klassischen Lebenskraft auf den modernen Begriff der Redundanz projizieren. Das Ende des Bootstrapping ist ein stabiler Gleichgewichtszustand oder fehlende Möglichkeiten zur Auswahl des nächsten Schrittes, so dass der zuletzt erreichte Zustand erhalten bleibt und ein Anreiz oder eine Möglichkeit für weitere Entwicklungsschritte nicht mehr vorhanden ist. Selbstverständlich kann ein Bootstrappingprozess nur stattfinden und bestehen, solange ausreichend Ressourcen verfügbar sind.

Die Teilung einer Körperzelle in zwei gleichartige Tochterzellen ist ein Beispiel für einen Zustandsübergang in dem Bootstrappingprozess der Entwicklung des Lebens. Die molekularen Strukturen der Zelle bestimmen autonom den geregelten Ablauf der Teilung. Dazu sind ein innerer Energiespeicher und ein Informationsspeicher notwendig, um überhaupt autonom ablaufen zu können. Die Redundanz des Genoms und weiterer Zellstrukturen ist die Voraussetzung dafür, dass die Tochterzellen dieselben Strukturen und Informationen wie die Mutterzelle erhalten und dadurch selber wiederum zu einer Mutterzelle reifen können. Durch die Teilung entsteht ein neuartiger Systemzustand. Die Möglichkeit des Signalaustauschs und die möglichen Interaktionen der beiden

Tochterzellen über Moleküle der Zellmembran erzeugen neue und zusätzliche Informationen als Beziehungen zwischen den Zellen in Form der Emergenz einer fortgeschrittenen Entwicklungsstufe. Der Entwicklungsweg einer einzelnen Zelle wird oftmals von den Eigenschaften der Nachbarzellen mitbestimmt, so dass sich die Zellstrukturen im Verlauf der Entwicklung gegenseitig beeinflussen. Der weitere Entwicklungsprozess wird somit vom neuen System- und Informationszustand bestimmt. Dabei wird Schicht um Schicht aufgebaut, wobei die früheren Schichten weitgehend erhalten bleiben. Alle Lebewesen wie auch der Mensch müssten also noch Spuren des ältesten Lebens aufweisen, was tatsächlich auch der Fall ist. Natürliche Systeme sind durch ihre Entwicklung geprägt.

Auch die Naturwissenschaft und die historische Wissenschaft sind Beispiele für Bootstrapping-Prozesse, wobei Sensoren und Messinstrumente bzw. mehrere unterschiedliche Quellen zu einem einzelnen Sachverhalt die Redundanz liefern, weil neue Entdeckungen nur über die vorhandenen Sensoren bzw. über Recherchen bekannter Quellen möglich sind. Schließlich ist neue Erkenntnis nur auf der Grundlage des bereits vorhandenen und redundanten Wissens überhaupt möglich. Wie bei allen Bootstrappingprozessen können auch hier einzelne Zufallsereignisse in den Verlauf der Entwicklung entscheidend eingreifen.

Die unausweichliche Gefahr bei Bootstrapping-Prozessen ist die Fortpflanzung von Fehlern von Stufe zu Stufe, die letztlich zum Rückfall auf eine frühere Stufe und schlimmstenfalls zum vollständigen Zusammenbruch des Systems führen kann. Missverständnisse, Missdeutungen, Messfehler und dergleichen können zu falschen Theorien und Handlungs-

modellen führen und können dadurch verheerende Auswirkungen haben. Umso wichtiger ist bei Bootstrappingprozessen das kybernetische Prinzip der Kontrolle und Korrektur durch Rückkopplung, die ebenfalls wiederum nur über Redundanz von Informationen möglich sind. In der Genetik sind selbstständig ablaufende Reparaturmechanismen bekannt, um Replikationsfehler des Genoms bei der Zellteilung zu korrigieren, die andernfalls jedes Leben unmöglich machen würden.

Auf der Negativseite der Redundanz stehen Störungen, Unverträglichkeiten, Widersprüchlichkeiten, Mehrdeutigkeiten und Unzweckmäßigkeiten bis hin zu katastrophalen Zerstörungen bei abrupten, heftigen Veränderungen wie geologische, ökologische oder klimatische Verwerfungen. Das Schicksal der übergroßen Dinosaurier und Mammuts ist auch aus dieser Sicht zu betrachten. Ebenso gibt es auch für das menschliche Gehirn - genauer für seine Funktion, den Geist - keine Überlebensgarantie und keine Garantie für kontinuierlich wachsende Leistungsfähigkeit. Alles in allem sind die Formen und die Auswirkungen von Redundanz außerhalb der Nachrichtentechnik bisher wenig erforscht bzw. werden oftmals nicht als solche erkannt. Als sogenannte Fraktale, Apfelmännchen oder Mandelbrotmengen haben bestimmte Formen redundanter Strukturen - es sind rekursive oder selbstähnliche Strukturen - jedoch bereits Weltruhm erlangt. Der Aufbau der Welt aus einfachsten, gleichartigen Bausteinen oder Quanten ist als die absolute Grundlage von Redundanz zu sehen.

Navigation zur Zielerreichung

Zielgerichtetheit schränkt den Raum der Handlungsmöglichkeiten drastisch ein. Da das wirkliche Leben nicht wie ein präzise vorbestimmtes, mechanistisches Uhrwerk ablaufen kann, sind ständig Entscheidungen zu treffen, die als Resultat aus den Datenvergleichen von Zielsetzung und Positionsbestimmung hervorgehen - das Wesen von Navigation wie sinngemäß von Kybernetik und Kognition. Die Entscheidungen werden als Informationen und Nachrichten formuliert oder münden direkt in Empfindungen oder in muskulären Erregungen. Am Horizont stehen die Lebensziele, auf die die Entscheidungen ausgerichtet sind, oder man wird durch die Lebensumstände unausweichlich vor eine Entscheidung gestellt und muss aus den möglichen Alternativen auswählen. Da man in einer bereits vorhandenen Umwelt lebt, muss man mehr aus den vorhandenen Möglichkeiten auswählen als eigene Wege zu den Lebenszielen zu konstruieren, sei es die Wahl des Supermarktes, der Schule, des Ausbildungs- und des Arbeitsplatzes und viele andere. Wie bei dem Beispiel mit dem Bergsteiger beschrieben, macht es einen Unterschied, ob das Endziel oder nur das nächste Etappenziel in Sichtweite ist, d.h. welche Information darüber verfügbar ist, denn danach richten sich die Methoden der Entscheidungsfindung: iterativ oder rekursiv. Andere Entscheidungs-strategien - z.B. würfeln oder probieren - sind dadurch nicht ausgeschlossen. Alltäglich ist die Aufgabe, ein Fahrtziel in einem fremden, aber nicht feindseligen Gebiet anzusteuern. Dabei wird man die iterative Methode anwenden, indem man ein markantes Etappenziel sucht und ansteuert und dort erneut eine Entscheidung trifft. Man wird auf diese Weise nicht die kürzeste Strecke finden, dafür aber mit höherer

Wahrscheinlichkeit das Ziel.

Steht man dagegen am Eingang eines Labyrinths, dann kann diese Vorgehensweise in einer Sackgasse oder sogar tödlich enden, d.h. eine falsche Entscheidung wegen unvollständiger Information ist nicht mehr korrigierbar. Es ist also notwendig, vor einer Entscheidung die vollständige Information zu besorgen. Man wird in diesem Fall einen Pfadfinder zur nächsten Abzweigung (Bifurkation) vorausschicken, der die Lage erkundet, indem er seinerseits wieder einen Pfadfinder vorausschickt usw. und man wird erst dann eine Entscheidung treffen, wenn der zuerst ausgeschickte Pfadfinder zurückgekehrt ist. Jeder Pfadfinder muss mit seiner Information zu seinem Oberpfadfinder zurückkehren, um bei diesem eine Subentscheidung auszulösen. Das ist die rekursive Methode, die softwaretechnisch gelöst wird, indem eine Programmfunktion - der Pfadfinder - sich selbst als Unterprogramm aufruft. Offenkundig besteht hierbei die auszuschließende Gefahr der Endlosschleife, das wäre ein Kreis im Labyrinth, bis zur Erschöpfung der Ressourcen wie "out of memory" sowie der Fortpflanzung von Fehlern durch Selbstreproduktion. Ebenso offenkundig ist, dass nach der Entscheidung noch der gesamte Weg zurückzulegen ist. Kein biologisch-kognitives System kann sich diese Umständlichkeit leisten. Andererseits ist es gerade dieser Lawineneffekt, der notwendig ist, um die komplexe Information der Außenwelt in kürzester Zeit zu verarbeiten. Die Struktur der Neuronen mit tausenden von Schaltstellen deutet eben darauf hin.

Noch eine andere Überlegung entscheidet über die Auswahl der Lösungsstrategie: Ist die Erreichung eines Etappenzieles bereits von

Nutzen oder erst die Erreichung des Endzieles. Es ist offensichtlich, dass bei Ersterem vorzugsweise die iterative Methode gewählt wird und bei Letzterem die rekursive Methode, wobei auch Kombinationen möglich sind. Häufig ist in der Praxis zwischen verschiedenen möglichen Etappenzielen zu wählen, um ein Fernziel wie z.B. ein strategisches Unternehmensziel zu erreichen. In den Wirtschafts- und Sozialwissenschaften hat sich in den letzten Jahren die Rational-Choice-Theorie einen Namen gemacht. Einerseits soll sie Verfahren für "gute" Entscheidungen liefern, genannt sei das SEU-Modell (Subjective Expected Utility), andererseits soll sie Erklärungen liefern für das Entscheidungsverhalten von Individuen, Gruppen und Gesellschaften. Ein Kernpunkt aller Entscheidungsverfahren - wie auch der Motivationspsychologie - ist die Bewertung des Nutzens und der Kosten, bzw. des Risikos von Handlungen und die Abschätzung der Eintrittswahrscheinlichkeit des Handlungserfolges. Besondere Schwierigkeiten ergeben sich natürlicherweise, wenn die Rückwirkungen von Handlungen zu berücksichtigen sind, insbesondere vom Individuum auf die Gruppe oder Gesellschaft und von dieser wieder zurück auf das Individuum. Im Rahmen der Rational-Choice-Theorie werden die Wechselwirkungen zwischen Mikro- und Makroebene als "methodologischer Individualismus" bezeichnet. Die Grundannahmen des Rational-Choice-Modells sind als "RREEMM" bekannt: Ressourceful, Restricted, Expecting, Evaluating, Maximizing Man (Sigwart Lindenberg).

Es kann vorkommen, dass das Ziel nicht präzise bestimmbar oder nicht bekannt ist, dass nicht ausreichend Information verfügbar ist, oder dass bei drohender Gefahr nicht ausreichend Zeit bleibt. Man kann aus dem Leben nicht wie aus dem Straßenverkehr ausscheren und den nächsten Parkplatz

ansteuern, um sich Zeit zur Orientierung zu nehmen. In diesen Fällen muss anstatt eines Zieles eine Richtung bestimmt werden, wenn sie nicht aus Erfahrung bereits bekannt oder durch eine Politik vorbestimmt ist, die dann durch Rückkopplung und "fließende Entscheidungen" immer wieder bestätigt oder korrigiert wird. Wiederholte Anwendung dieses Verfahrens bei immer wieder neu auftretenden und bewegten Zielen war Geburtshelfer der Kybernetik. Auch in komplexen, unüberschaubaren Entscheidungssituationen, wie beispielsweise im Unternehmensmanagement, wird man um solche Vorgehensweisen nicht herumkommen. In Entscheidungssituationen allerdings, die mit hohen Investitionen oder mit Lebensgefahr verbunden sind, ist eine Korrektur der Entscheidung meist nicht möglich, so dass ein hoher Aufwand für die richtige Entscheidungsfindung vorab begründet ist.

Eine ganz ähnliche Vorgehensweise ist anzuwenden, wenn nicht ein Ziel angestrebt, sondern der aktuelle Standpunkt oder eine vorab geschätzte Lösung optimiert werden soll. In Anlehnung an das Paradigma der Evolution ist abwechselnd ein Variations- und ein Selektionsschritt auszuführen. Entgegen der Evolution werden die Variationsschritte sorgfältig geplant, um schneller in der gewünschten Richtung voran zu kommen. In jedem Schritt wird durch Variation des bisher Vorhandenen eine Menge von Varianten erzeugt, aus der die Selektion eine der Varianten als nächsten Standort auswählt, so wie man in unbekanntem Gelände mit einem Fuß vorsichtig den Boden abtastet, bevor man sich darauf stützt. Das Selektionskriterium ist die Güte oder Fitness des jeweils erreichten Zustandes. In der Informatik werden bereits erfolgreich solche als *evolutionäre Algorithmen* bezeichneten Verfahren angewendet,

hauptsächlich für Probleme, die mathematisch nicht lösbar sind oder bei denen der Zufall eine Rolle spielt. Ein Anwendungsbeispiel aus der Bioinformatik ist die Vorhersage der Strukturen von Proteinen auf Grund ihrer Aminosäurensequenz oder die Analyse der Ähnlichkeiten verschiedener Proteine. Bei diesen Algorithmen ist zu beachten, dass entweder der Ressourcenverbrauch bzw. die aufgelaufenen Kosten oder der erreichte Zustand das Abbruchkriterium des an sich endlosen Verfahrens bestimmt.

Auch hier tritt wieder ein fundamentaler Unterschied zwischen Geist und Computer zutage. Der Digitalcomputer kann und muss die zeitraubenden Vergleichsoperationen tausend- oder millionenfach und bit- oder byteweise sequentiell wiederholen. Das kann sich kein Organismus leisten, wenn er nicht vorher gefressen werden will. Ein Wahrnehmungsmuster, wie z.B. ein Gesicht oder ein Fressfeind, muss ohne erkennbare Verzögerung in wenigen Schritten erkannt werden. Der Zwang zur Wiederholung, als Iteration oder Rekursion, ist begründet sowohl in der Binärkodierung als auch in der fehlenden Fähigkeit des Computers zur Aggregation von Daten, so dass der bitweise Vergleich unausweichlich ist. Anders ausgedrückt: die flache Kodierungsstruktur des Computers hat eine gestaffelte, sequentielle Entscheidungsstruktur zur Folge, **die flache Entscheidungsstruktur des Geistes setzt infolgedessen eine gestaffelte Kodierungsstruktur voraus**! Das bedeutet, dass ganze Szenarien, komplexe Muster oder Gestalten in einem einzigen Zeichen kodiert und dadurch in einem einzigen Schritt identifiziert werden können, besonders dann, wenn sie als Invarianten häufig wahrgenommen werden. Die Kodierung der von den Sinnen gelieferten Informationen ist noch das

große Rätsel der Neurobiologie. Möglicherweise gibt es gestaffelte Kodierungen zwischen invarianten, häufig vorkommenden Wahrnehmungen einerseits und varianten Wahrnehmungen andererseits. Das würde erklären, warum komplexe, invariante Formen wie Gesichter sehr schnell identifiziert werden können und es würde manche Erkenntnisse der Gestaltpsychologie erklären, wie die selbstständige Ergänzung unvollständiger Formen. Ein weiterer Vorteil dieser Kodierungsstrategie ist ihre Zuverlässigkeit: was einfach kodiert ist, das ist weniger fehleranfällig. Nicht auszuschließen ist, dass Invarianten und Varianten nicht streng alternativ, sondern parallel unterschiedlich kodiert werden, denn auch die Invarianten können sich mal ändern und müssen dann trotzdem erkannt werden. Die Bilder unserer Vorstellungswelt beschränken sich im allgemeinen auf die Invarianten der entsprechenden Objekte. Die Funktionsweise des Gehirns darf keinesfalls mit den Entscheidungs- und Problemlösungsstrategien von Verstand, Intelligenz und der bewussten Vernunft bzw. ihrer Prothesen verglichen und verwechselt werden.

Für die lebensnotwendige Zuverlässigkeit der Entscheidungsfindung in einer unzuverlässigen Umwelt ist wiederum die Redundanz der Informationen als Prüfinstanz und als wichtigste Bedingung zu nennen. Darüber hinaus kann sie erheblich zur Beschleunigung der Entscheidungsfindung beitragen, indem beispielsweise nach verschiedenen Kriterien sortierte Verzeichnisse für Daten angelegt werden, so dass die für Suchoperationen benötigte Zeit deutlich reduziert wird.

Kybernetik, Psychologie und Rationalität

Es steht außer Frage, dass die Psyche eines Menschen wesentlich ist für seine Selbststeuerung und dass umgekehrt das Erkennen und Interpretieren des Selbst und der Umwelt seine Psyche bestimmt. Kognition, Kybernetik und Psychologie hängen auf diese Weise eng zusammen, weshalb man in der Psychologie die Abkehr vom reinen Behaviorismus und Zuwendung zum Paradigma der gerade geborenen Informationsverarbeitung mitte des 20. Jahrhunderts als *kognitive Wende* bezeichnet, ausgelöst durch Bücher des Engländers Donald Broadbent (1926-1993) "Perception and Communication" und des schon genannten Amerikaners Ulrich Neisser. Kognition steht so im Wechselspiel von Biotik und Kybernetik. Das Christentum hat Geist und Seele als das Wesen des Menschen im Ebenbild Gottes radikal abgetrennt von den Instinkten und Trieben als das Wesen der Tierwelt und gelegentlich als Eigenschaften und Verführungen des Bösen. Die Neurobiologie und die Neuropsychologie dagegen erkennen zunehmend die Zusammenhänge und Abhängigkeiten der beiden Betrachtungsebenen. Ihren Ausdruck findet diese Entwicklung in der Interdisziplinarität von Biologie und Psychologie bei aktuellen Projekten der Entwicklungs- und Verhaltensforschung. Die Soziobiologie hat seit 1975 infolge des Buches "Sociobiology" von E.O.Wilson (*1929) heftige emotionale und anhaltende Reaktionen ausgelöst, die bis zu Schmähungen, tätlichen Angriffen und Morddrohungen gegen den Wissenschaftler reichten, weil sie das überkommene Selbstbild des Menschen infrage stellt und als sogenannter Sozialdarwinismus diffuse Ängste auslöst. Zunehmende Aufmerksamkeit bekommt die Psychologie des Unbewussten, vertreten hauptsächlich von dem amerikanischen

Sozialpsychologen John Bargh (*1958). Sie spielt zwar für die Kognition definitionsgemäß keine nennenswerte Rolle, umso mehr aber für das Verständnis menschlichen Verhaltens und umso wichtiger ist sie als Umwelteinfluss für die Kybernetik der Kognition. Aus der unüberschaubaren Fülle des Materials zur psychologischen Seite der Kognitiven Kybernetik sollen hier nur einzelne, beispielhafte Aspekte herausgegriffen werden; Aspekte allerdings, die sowohl das Familienleben als auch die Weltpolitik maßgeblich beeinflussen.

Eine der Hauptantriebskräfte menschlichen Verhaltens ist - ganz besonders in der Wohlstands- und Medienwelt von heute - sicher das Streben des Individuums nach Beachtung, Bestätigung, Bedeutung und Belohnung in der Gesellschaft. Bei Männern ist der Drang nach Beachtung besonders ausgeprägt, indem sie entweder geliebt, gewürdigt oder gefürchtet werden wollen und bei Enttäuschung nicht selten in Aggressionen oder Depressionen verfallen. Schon dem kleinen Kind wird verbal und praktisch gelehrt, dass man stark sein und kämpfen muss, dass man sich gegenüber den Anderen durchsetzen und ihnen überlegen oder besser als sie sein muss, dass man Schwächen und Verwundbarkeiten verheimlichen muss (vgl. Siegfried in der Nibelungensage), um Erfolg im Leben, ein besseres Leben oder zumindest ein höheres Selbstwertgefühl zu haben, um seinen Besitz, seinen Stolz, die Familien- oder die Mannesehre zu verteidigen, oder um zum Zirkel der Auserwählten, zur Elite, zur Society, zur Herrenrasse usw. zu gehören, oder um das ewige Leben oder das Paradies zu gewinnen. Auf diese Weise werden im Extremfall Figuren wie Hitler, Stalin, Milosevic oder Saddam Hussein erzeugt und im häufigsten Fall Familientyrannen, Patriarchen und

Machtpolitiker. Gemeinsam ist all diesen Leuten die aus der Erziehung stammende kognitive Prädisposition, mit der sie die Welt betrachten, analysieren, interpretieren und darauf ihre von Selbstgefälligkeit bestimmte und von Aggressivität begleitete, manchmal einfältige Weltsicht aufbauen, aus der sie dann ihre Ziele und Handlungen bestimmen mit oftmals verhängnisvollen Wirkungen für ganze Völker. Konkret äußert sich dies in der Überzeugung und in den um Zustimmung ringenden öffentlichen Reden, dass man den vermeintlich Bösen mit Härte begegnen und sie missachten, bestrafen und vernichten muss, wodurch ganz gesetzeskonform Gefängnisse, Scheiterhaufen, Gaskammern und Friedhöfe oder Massengräber bevölkert werden - Anschauungsbeispiele sind in der Historie zu finden und in der Gegenwart eine in vielen Ländern praktizierte, rigorose Strafjustiz zum Teil mit Todesstrafe sowie die Entwicklung im Irak.

Dass man dadurch aber neben Selbstgefälligkeit mit intellektuellen Defiziten dieselbe Grundeinstellung und dasselbe Psychogramm offenbart wie die bekämpften Gegner, das wird nicht erkannt, wird ignoriert oder hinter Phrasen versteckt. Verheerend ist die Wirkung dieser Mentalität auf die Jugendlichen bei dem Ringen um ihren Standort in der Gesellschaft, weil es von den Einen als Rebellion missverstanden und unterdrückt wird und von Anderen für deren egoistische Zwecke missbraucht wird bis zur Selbstzerstörung zwecks Verbreitung von Herrschaftsideologien und Terror. Das gegensätzliche Extrem ist der Mangel an Selbstwertgefühl, wenn die Fähigkeit zur Selbstbestätigung und Selbstbelohnung verkümmert ist wegen fehlender Erfahrung von Lob und Anerkennung in Verbindung mit unerfüllbaren Erwartungen und unerreichbaren Zielen in

der Kindheit. Es ist trivial, dass solche Prozesse auch von den verfügbaren Kommunikationsmedien getragen und geprägt werden, auch indem sie gezielt eingesetzt werden. Ganz offensichtlich ist kybernetisch hierin die Anlage zur positiven Rückkopplung als Selbstverstärkung mit endloser Macht-, Gewalt- und Rüstungsspirale gegeben - Kampf bis zum letzten Blutstropfen - oder aber Selbstzerstörung.

In der Tierwelt haben ritualisierte Kampfposen den Effekt, genau diese positive Rückkopplung zu unterbinden oder zu unterbrechen und damit die sonst unausweichliche Katastrophe zu verhindern. Der Mensch dagegen hat gelernt, körperliche Gewalt durch psychische Gewalt zu ergänzen und zu ersetzen und durch Erfindung von Waffen als Prothesen das biologische Korrektiv zu umgehen: ein Epiphänomen und Preis des Bewusstseins. Schwächen und Verletzlichkeiten einzugestehen, anstatt in provozierender und demütigender Weise nur Härte, Unnachgiebigkeit und Überlegenheit mit der dafür unvermeidlichen Aggressivität zu demonstrieren (Beispiele Guantanamo, Stanford-Prison-Experiment von Philipp Zimbardo), würde der Menschheit sehr viel Leid ersparen, weil es untrennbar verbunden ist mit dem Respekt vor der Würde und der Unversehrtheit des Mitmenschen. Ist die regelmäßig verbreitete, aber kybernetisch niemals bestätigte Behauptung, dass man gegenüber Erpressern unnachgiebig sein müsse, um Erpressung nicht zu fördern, wirklich zutreffend oder nur vorgeschoben? So fehlt die Einsicht in die Nützlichkeit psychologischer Beratung gerade bei den Personen, die sie am notwendigsten bräuchten: denjenigen, die durch staatliche Befugnis oder Bewaffnung Macht und Gewalt ausüben können - circulus vitiosus (und Siegfrieds Schicksal). Die oftmals erfolgreiche Einbeziehung von Psychologen bei Geiselnahmen ist

eine augenfällige Bestätigung und findet trotzdem allzu selten Nachahmung. Vermutlich liegt es auch daran, dass psychologische Beratung assoziiert wird mit psychiatrischer Behandlung und deswegen öffentlich nicht das hohe Ansehen genießt wie die mit Erfolg und Wichtigkeit assoziierte juristische und fiskalische Beratung.

Die unausgesprochene Prämisse von Kognition und Kybernetik ist Rationalität. Während die großen Lebensziele und Fernziele wie beruflicher Erfolg notwendig rationalen Kriterien genügen müssen, unterliegen gegenwartsnahe Ziele sowie Reaktionen auf Wahrnehmungen und Situationen weit überwiegend emotionalen und intuitiven, spontanen Dispositionen auf Grund von Assoziationen und Empfindungen im Gefolge subjektiver Erfahrungen. So ist strategisches, nachhaltiges Verhalten mit rationalem Denken verbunden, wogegen die emotionale Disposition auf kurzfristige Erfolge oder Lustgewinn zielt. Die Psyche und das Sozialverhalten sind viel weniger rational, viel mehr "pararational" bestimmt, als das Individuum es in seiner Selbstbeurteilung eingestehen will. Aus diesem Grund ist die Menschheitsgeschichte eine endlose Kette von Problemen und Katastrophen, die aus der Befriedigung der individuell emotionalen Interessen und Begierden und der Verweigerung oder Ausblendung rationaler Überlegungen angesichts der Konsequenzen resultieren. Auch treibt das Gehirn gern manchen Schabernack mit seinem Hausbesitzer, wie Experimente der Wahrnehmungspsychologie und eigene Erfahrungen mit Träumen demonstrieren. Gerade diese Erfahrungen haben René Descartes zum methodischen Skeptizismus und zu seiner rationalistischen Philosophie getrieben. Die Anwendung von Begriffen und Methoden der Kybernetik und Systemtheorie in Psychologie und

Psychiatrie kann daher leicht in Sackgassen führen, wenn sie unreflektiert zur Anwendung kommen.

Andererseits zeigen organisierte Kriminalität und politischer Terror, dass auch irrationale Ziele sehr wohl mit rationalen Methoden erreichbar sind und dass dafür sogar die modernsten Werkzeuge der Technischen Kybernetik zum Einsatz kommen. Die tiefen Gräben zwischen Predigt und Praxis der offiziellen Gesellschaft sowie die Verkennung, Verleugnung und Verdrängung der psychischen Bedürfnisse im Arbeitsleben und besonders in Schule und Ausbildung können als Auslöser von Drogen- und Alkoholsucht, Aggression und Gewalt nicht ignoriert werden und sind sicher auch Anlass für vielerlei Beschäftigungen zur Steigerung von Hormon-, Endorphin- oder Adrenalinausschüttung. Hierbei sind kybernetische Mechanismen durchaus zu beobachten.

Angesichts verheerender und selbstzerstörerischer Folgen menschlichen Verhaltens hat der Begriff der Rationalität eine sehr schillernde oder zwielichtige Bedeutung, die maßgeblich in der reflexiven und empirischen - also subjektiven und nicht notwendig rationalen - Interpretation des Begriffes zu suchen ist und die das Verhältnis zwischen Kybernetik und Rationalität philosophisch fragbedürftig macht. Ist Rationalität Prädisposition oder retrospektives Attribut von Kognition und Verhalten? Als nachdenkenswertes Beispiel seien die Versuche einer rationalen Begründung des jüdischen Holocaust, der sogenannten Endlösung, seitens der verantwortlichen Urheber zur Planung und Durchführung als auch ihrer Epigonen zur historischen und persönlichen Rechtfertigung genannt. Es ist der bewährte Mechanismus der sprichwörtlichen Hexenjagd, wonach der

eigene Hass über scheinbar rationale Argumente auf die archaischen Emotionen Neid und Angst projiziert wird und somit der Hass in die Gesellschaft transportiert und allgemein legitimiert wird. Dann finden sich die Handlanger, die sich mit Vertreibung und Mord die fehlende Beachtung und Bestätigung in der Gesellschaft verdienen wollen.

Das Fazit dieser Überlegungen ist, dass für die Kybernetik, insbesondere in ökonomischen, sozialen und politischen Systemen, die Wahrheit und Verlässlichkeit der Zielsetzungen sowie der Zustandsbeschreibungen als rationale Bedingung eine kritische Variable ist. Es ist zu unterscheiden zwischen einem bloßen Sprachkonstrukt in der Form einer Behauptung oder Aussage und der sprachlichen Darstellung von Resultaten einer Beobachtung oder Handlung. Man kann die Behauptung p aufstellen "die Türe ist verschlossen" oder "Gott ist allmächtig". Das sind Sprachkonstrukte, die nichts weiter als die Beherrschung einer Sprache zur Bedingung haben. Die Behauptungen können gleichermaßen wahr oder falsch sein. Was macht aus p = "die Türe ist verschlossen" eine Aussage mit Wahrheitsanspruch? Aus der sinnlichen Wahrnehmung, dass die Türe nicht offen ist, ergibt sich eine eingeschränkte Wahrheit, weil durch die Beobachtung die Aussage zwar plausibel geworden ist, aber noch nicht Wahrheit sein muss. Als Begründung für den Inhalt der Aussage kann die Beobachtung jedoch ausreichend sein und somit das Sprachkonstrukt als Aussage mit Wahrheitsanspruch rechtfertigen. Eine Rechtfertigung an sich bezieht sich auf die Aussage als solche, besonders im Hinblick auf ihre Konsequenzen oder ihren Zweck als Grundlage jedes kybernetisch-kommunikativen Systems. Der entscheidende Punkt für die Kybernetik ist nicht die Repräsentationalität einer Aussage, sondern ihre Inferenzialität.

Das heißt, nicht das durch die Aussage Beschriebene an sich ist relevant, sondern ihre funktionalen Folgerungen (Inferenzen) in Form der Wirkungen im kybernetischen System, die sich aus der Bedeutung der Aussage unter der Bedingung ihres Wahrheitsgehaltes ergeben; mit andern Worten: die Gültigkeit einer Aussage als illokutionärer Sprechakt (J.L.Austin: Sprechakttheorie) im Kontext des kybernetischen Systems. Nicht die geschlossene Türe selber ist kybernetisch interessant und relevant, sondern die Unmöglichkeit, durch sie hindurch zu gehen. Eine ganz wesentliche Vorbedingung dazu ist die Erfahrung und der Konsens, dass es naturgesetzlich ausgeschlossen ist, durch eine massive Türe hindurch zu gehen. Ohne eine solche physikalisch reduktionistische Vorbedingung, sei sie direkt gültig, oder indirekt in einer bereits akzeptierten Wahrheit enthalten, könnten die inferentiellen Beziehungen einer jeden Aussage in eine Zirkularität oder Tautologie münden.

Wenn sich die Türe durch Rütteln daran als verschlossen erweist, d.h. sie lässt sich durch diese Handlung nicht öffnen und erfüllt dadurch die Vorstellung oder die Ideen, Gedanken des Sprechers als Tatsache, dann kann dieses Resultat der Handlung wiederum als Sprachkonstrukt p formuliert werden: "die Türe ist verschlossen". Dieselbe Aussage muss folglich außer als bloßes Sprachkonstrukt einmal als Wissensaussage mit Wahrheitsanspruch, sowie andererseits als sprachliche Wiedergabe einer Beobachtung oder der Ausführung einer Handlung aufgefasst werden. Wahrheit ist also die faktische Übereinstimmung zwischen den beiden Funktionalitäten der Aussage p: p ist wahr, genau dann wenn p. Nicht auszuschließen ist, dass die empirische Feststellung "die Türe ist verschlossen" wegen einer Täuschung, eines Beobachtungs- oder

Bedienungsfehlers, oder wegen spezifischer Erkenntnisbedingungen des Sprechers, beispielsweise weil eine Frau oder ein Kind zum Öffnen der Türe nicht genügend Kraft hat, falsch sein könnte. An der subjektiven - oder kontextualistischen - Wahrheit, also dem Wissen und der Überzeugung und in der Folge davon dem Verhalten des Sprechers, würde es nichts ändern, wohl aber an der "objektiven" Wahrheit, vom Standpunkt eines anderen Beobachters, der nicht denselben Fehler gemacht hat oder nicht denselben Bedingungen ausgesetzt ist.

In Begriffen der Wahrheitsphilosophie ist die Korrespondenz zwischen dem Sprachausdruck und der Wirklichkeit viel mehr eine Kohärenz oder Äquivalenz zwischen den verschiedenen Modi der Ausdrücke, weil die subjektiv erkannte Wirklichkeit über nichts anderes als Sprachausdrücke kommuniziert werden kann. Die unausgesprochene Grundannahme ist, dass gesunde und vernünftige Menschen grundsätzlich die gleichen Fähigkeiten und Möglichkeiten der Erkenntnis haben, so dass alle Rezipienten einer Behauptung die Begründung gleichermaßen nachvollziehen und im Sinne des Sprechers (D.Davidson: principle of charity) beurteilen können. Die Nichtbeachtung dieser an sich trivialen Annahme ist häufig die Ursache von Unfällen. Wahrheitskriterien sind letztlich also auch die Gleichheit oder Unterschiedlichkeit der Bedingungen von Erkenntnis und Erfahrung zwischen Sprecher und Rezipient, ohne dass dadurch die Wahrheit dem Relativismus oder dem Skeptizismus überantwortet und aufgelöst würde.

Im sozialen Umgang der Menschen ist nicht nur die nackte Wahrheit einer Aussage interessant und relevant, sondern ebenso die Bestandteile der

Aussage an sich, der situative Kontext und der mentale, intellektuelle und psychische Zustand des Rezipienten. Aus allem zieht der Rezipient assoziativ, bewusst und unbewusst, seine Schlussfolgerungen, nach denen er sein gegenwärtiges und künftiges Verhalten ausrichtet und rückwirkend seinen inneren Zustand als Vorstellung von der Welt verändert. Das ist die Gabe der natürlichen Intelligenz in ihrer mentalen und emotionalen Ausprägung und das ist im Gegenzug der Mangel der Künstlichen Intelligenz. Das menschliche Bedürfnis nach Beachtung, Bestätigung, Belohnung und Bedeutung in Familie und Gesellschaft zieht einen Wirkungskreis der Bewertung nach sich, denn selten wird dieses Bedürfnis explizit durch Belobigungen, Geschenke oder Auszeichnungen befriedigt. Meist wird man die Reaktionen der Mitmenschen nach diesen Kriterien selber bewerten müssen anhand von Indizien und Mutmaßungen auf Grund von Äußerungen, Gesten und Handlungen. Dass Fehlbeurteilungen dabei eher die Regel als die Ausnahme sind und sich reflexiv steuernd auf das eigene Verhalten auswirken, liegt auf der Hand. Ebenso klar ist, dass solche Fehlbeurteilungen ebenso wie ambivalente Signale sich gegenseitig zu Konflikten bis zu einer psychischen Katastrophe aufschaukeln können, die in einem Gewaltausbruch, in einer Klinik oder im Suizid endet.

Seit etwa anderthalb Jahrhunderten gibt es die wissenschaftliche Psychologie und ein paar Jahrzehnte weniger die Anthroposophie. Aber bis heute gibt es weder eine ***Psychosophie*** noch eine ***Psychophilie***, ohne zu übersehen, dass mancherlei "Sophien" und "Philien" ziemlich hohl sind oder lediglich der Täuschung für kommerzielle Zwecke dienen. Ursachen dafür sind sicher die historisch fixierte Monopolisierung dieses Lebensbereiches durch die das ewige Seelenheil versprechenden,

dominanten und repressiven Staatskirchen wie auch die von Erfolg, Wohlstand, Leistung und Perfektionismus bestimmte, rationalistische Kultur der industrialisierten Welt, wobei die Vorstellung einer Prädestination oder einer ultimativen Belohnung als kognitiv-kybernetischem Prinzip verbindendes und verstärkendes Glied ist. Um die vorherrschende Psychophobie zu kompensieren und die elementaren psychosozialen Bedürfnisse zu befriedigen, sucht manch Individuum nach Wegweisungen und Ratgebern in allerlei obskuren Privatreligionen, Kulten und Ideologien sowie in fernöstlichen oder vorzeitlichen Weisheiten, oder in rätselhaftem, kryptischem und kommerziell angebotenem "Geheimwissen" und schließlich in Hellseherei und Astrologie. Die Angebote der Buch- und Zeitschriftenverlage sowie Veranstaltungskalender und die Beobachtung der Lektüre von Benutzern öffentlicher Verkehrsmittel sind vielsagende Indikatoren.

Der amerikanische Psychologe Abraham Maslow (1908-1970) hat die wesentlichen Bedürfnisse des Menschen beschrieben und sie nach ihrer Wichtigkeit als Schichten einer Pyramide angeordnet. Die elementaren, körperlichen Bedürfnisse bilden die Basis der Pyamide. Darüber stehen die individuellen Bedürfnisse nach Sicherheit des Lebens wie Wohnung, Einkommen, Rechtssicherheit. Dann folgen die sozialen Bedürfnisse nach Zugehörigkeit zu den verschiedenen Formen von Gemeinschaft. Weiter darüber folgen die psychischen Bedürfnisse des Selbstwertgefühls und der Selbstverwirklichung und letztlich die kognitiven Bedürfnisse nach Bildung und Ästhetik und die mentalen Bedürfnisse nach Transzendenz und Spiritualität. Die Dringlichkeit der Bedürfnisse der oberen Schichten sind nach Maslow von der Erfüllung der Bedürfnisse der unteren Schichten

abhängig. Die Lebensziele und die Lebensgestaltung sind auf die Erfüllung dieser Bedürfnisse ausgerichtet. Sehr oft finden Bedürfnisse verschiedener Schichten gemeinsam Befriedigung oder werden bewusst verknüpft, z.B. ein Abendessen in einem Restaurant mit Begleitung. Das heißt, die rationalen Lebensziele wie Schule, Beruf, Hausbau sind eigentlich nur Zwischenziele oder Stellvertreterziele. Die erfolgreiche Befriedigung der Bedürfnisse wirkt im Sinne der Lerntheorie als Verstärker in Lernprozessen. Aus Bedürfnissen und Zielen ergibt sich für die Menschen ein Tatenzwang und Tatendrang.

Das *psychische Wohlbefinden* - die Zufriedenheit als Lebensgefühl - sollte das Bestreben des Individuums und sein Erreichen der Zweck der Kognitiven Kybernetik sein. Der zu erwartende Vorwurf des Egoismus oder Hedonismus wird mit dem Hinweis entkräftet, dass in einer sozialen Gemeinschaft das Wohlbefinden für ein Individuum nicht isoliert bestimmt werden kann, sondern dass das Wohlbefinden der Mitglieder präjudizierend ist. Nicht zuletzt beschreibt Zu-frieden-heit auch eine Beziehung zwischen Individuen bzw. Gruppen. Jedes Individuum steht dauerhaft unter dem Zwang der Kommunikation mit seiner Lebenswelt, so dass sich deren Ausdrucksformen unausweichlich auf die Persönlichkeit des Individuums und auf seine Beziehung zur Lebenswelt auswirken, sowie Anlass für Stress und Konflikte bilden. Psychisches Wohlbefinden kann zwar nicht das Ziel der Evolution sein, wohl aber eine ihrer Bedingungen, indem es unzweifelhaft den *struggle for life* erleichtert. Es kann nicht auf den Punkt definiert werden, aber seine Mindestbedingungen können genannt werden als Abwesenheit von Ängsten und Schmerzen, als Abwesenheit von Stress in Form unerfüllbarer Begierden und

Verpflichtungen und als Vertrautheit mit der Lebensumgebung. Dies sind selbstverständlich keine neuen Entdeckungen, denn sie wurden bereits von Demokrit, Epikur und Lukrez vor über zweitausend Jahren sowie neben vielen anderen vom "Lebenskünstler" Michel de Montaigne (1533-1592) und von vielen anderen beschrieben; allesamt keine eindimensionalen Sektierer, sondern gebildete, weltweit anerkannte Gelehrte und Philosophen. Manche derer Schriften und Lehren sind jedoch absichtlich missverstanden und verfemt worden von den Verkündern der Sünde und Buße, der Schuld und Sühne, die mit solchen Methoden mittelalterlicher Soziokybernetik vor allem und noch heute für die Erhaltung ihrer gesellschaftlichen Stellung und für die Auslastung psychiatrischer und medizinischer Einrichtungen sorgen.

Außer den Mindestbedingungen gibt es eine Fülle von Wegen, die zu Ersatz- und Stellvertreterzielen führen, denen das Hauptinteresse von Kultur und Kommerz gilt, weil sie als Lebensgenuss meistens spontan, aber nur vorübergehend zum psychischen Wohlbefinden beitragen. Deren Ursprünge wiederum liegen in der Kognitiven Kybernetik selbst, weil erfüllbare wie unerfüllbare Begierden erst durch sie rekursiv geweckt werden und dazu führen, dass die Ziele selbst "on the fly" geändert werden können, um sie den Veränderungen und Erkenntnissen aus der Lebensumwelt als eigene Möglichkeiten anzupassen und somit den Lebensgenuss zum Selbstzweck erheben. Darin schließlich liegt die Besonderheit menschlichen Lebens und Bewusstseins und einer der Gründe für die faszinierenden wie gleichermaßen für die verheerenden Leistungen desselben.

Die Suche nach dem Sinn des Lebens und nach geeigneten Lebenszielen ist immanenter Bestandteil geistig aktiver Existenz, ist Ausdruck von Intelligenz und ist erfahrungsgemäß eine Bedingung des psychischen Wohlbefindens - der "Unerschütterlichkeit der Seele", der Seelenruhe, dem seelischen Gleichgewicht oder gar der utopischen Glückseligkeit. Als Ataraxie bzw. Eudämonie standen die Lebensziele im Zentrum schon der antiken griechischen Philosophie. Ist es überhaupt sinnvoll, *Lebensziele* zu konstatieren? - Leben findet täglich statt, nicht erst an seinem virtuellen Ziel und das einzig wirkliche und endgültige Ziel des Lebens ist sein Ende. So ist es zutreffender und aussichtsreicher, von ***Lebensperspektiven*** zu sprechen und solche zu schaffen. Märchen, Legenden, Phantasien, Halluzinationen und Autosuggestionen allerdings bieten dafür keine dauerhaft befriedigende Lösung, denn sie können nur Ängste durch andere Ängste ersetzen oder haben nur aufschiebende Wirkung. Erschreckend ist, wie tiefgreifend das Leben vieler Völker von einem nekrophilen und irrsinnigen Aberglauben an Prädestination, an Wiedergeburt oder an ein Leben im paradiesischen Jenseits und von Vorstellungen (straf-)richterlicher Geister und Götter gesteuert wird, einschließlich der Überzeugung, durch gewaltsamen Tod die Hoffnungen schneller realisieren zu können. Wohl weil man sich auf das Paradies im Jenseits nicht verlassen will, werden keine Kosten und Mühen gescheut, das irdische Leben zu verlängern und die verstörte Psyche zu reparieren und zu manipulieren. Wäre es nicht endlich an der Zeit, die unumstößliche Wirklichkeit, also die schon vor Jahrtausenden u.a. von Epikur erkannte Unausweichlichkeit und Endgültigkeit des Ablebens, anzuerkennen und daraufhin menschengerechte Lebensperspektiven zu entwickeln, anstatt

auf das trügerische Jenseits zu vertrauen und weiterhin den Missbrauch von Hoffnungen für kommerzielle oder autoritäre Zwecke zu fördern? - Das größte Debakel des menschlichen Geistes ist wohl, dass er sich selbst nicht genügt.

Bis vor wenigen Jahrzehnten waren die Lebensziele sowie die Lebensperspektiven meist überschaubar und festgefügt. Geburtsort und soziale Situation der Eltern waren bestimmend oder ausschlaggebend für den weiteren Lebensweg. In der Gegenwart dagegen, der sogenannten Postmoderne, haben sie sich verflüssigt und verflüchtigt durch den rasanten technologischen Wandel, durch den Urlaubs-, Arbeits- und Handelstourismus, der durch die Kommunikations- und Verkehrs-möglichkeiten, unter anderem die sogenannten Billigflieger, begünstigt wird. Lebenslanges Lernen, berufliche Anpassung, soziale Brüche sind die Kennzeichen aktueller Lebensläufe. Situationen, Wünsche, Motive, Vorstellungen können sich täglich ändern und fordern beständige Zustandskontrolle sowie Fähigkeit und Bereitschaft zur Korrektur. Die logischen Folgen sind Unsicherheit, Instabilität, Angst und Stress. Die Planwirtschaften mit ihren rigiden Sollvorgaben und Planzielen sind alle gescheitert, nachdem sie sich mit Selbsttäuschungen noch einige Zeit dahingeschleppt haben. Vor der Finanz- und Wirtschaftskrise im Jahr 2008 wurden von Großfirmen reihenweise ambitionierte Renditeziele verkündet. Das Starren auf Ziele behindert das Erkennen von Schönheiten und noch mehr von Gefahren auf dem Weg, weswegen rechtzeitige Anpassungen an Veränderungen und Korrekturen von Irrtümern ausbleiben. Zielstrebigkeit ist daher keine so blütenweiße Tugend, wie sie häufig im Rahmen der Pädagogik dargestellt wird. Es ist offensichtlich, dass die Kognitive

Kybernetik daher eine umso größere Rolle spielt, um die Herausforderungen der Gegenwart hinsichtlich Flexibilität und Zielorientierung zu meistern. Junge Menschen von heute haben durch die Kenntnis und die Beherrschung der modernen technischen Produkte eine bisher nie gekannte Fülle an Macht und Möglichkeiten, denen die mangelnde Lebenserfahrung und mangelnde Orientierung entgegen stehen, so dass Fehler und Missbrauch künftig zum Alltag der Gesellschaft gehören werden, in Extremfällen bis hin zum Terrorismus mit Fixierung auf eingebildete oder utopische Ziele.

Im Jahr 1996 haben in Parma die italienischen Neurophysiologen Giacomo Rizzolatti und Vittorio Gallese bei Makaken eine Gruppe von Neuronen entdeckt, deren Wirkung darin besteht, in einem Beobachter neuronale Ereignisse in denselben Arealen zu stimulieren wie bei einem gerade intentional handelnden und dabei beobachteten Artgenossen. Deswegen werden diese Neuronen als Spiegelneuronen bezeichnet. Daraufhin wurden bei zielgerichteten Hand-, Fuß und Mundbewegungen bei Menschen dieselben Reaktionen entdeckt. So können im Beobachter dieselben Erregungen prämotorischer Neuronen reflexhaft ausgelöst werden. Diese Wirkung findet auf der neurobiologischen Ebene statt, also ohne jedes Bewusstsein. Man kann sie an sich selbst beobachten, wenn man bei der Handlung eines Anderen den Drang verspürt, spontan und ohne eigenen Willen beispielsweise Gähnen, Lächeln, Hand- oder Fußbewegungen selber zu vollführen. Das zeigt, dass viele Wahrnehmungen nicht in das Bewusstsein dringen und unbewusste Reaktionen auslösen können, so dass hier auch eine Brücke zur Tierwelt zu sehen ist.

Die Spiegelneurone könnten durch "drahtlose Fernsteuerung" spontanes, unwillkürliches und intuitives Verhalten und eine natürliche Empathie gegenüber Mitmenschen bewirken. Sie sind ein prägnantes Beispiel für sendergesteuerte Kommunikation zur Stimulation eines Empfängers. Es konnte gezeigt werden, dass Spiegelneuronen schon von Geburt an aktiv sind und gerade in den ersten Lebensmonaten eine große Rolle hinsichtlich der Simulation und Imitation von Bewegungen spielen. Allerdings werden die Spiegelneuronen nur stimuliert, wenn das beobachtete Handlungsmuster bereits gespeichert ist. Im Anlegen und Festigen solcher Muster könnte der Sinn kindlichen Spielens zu finden sein. Diese Entdeckungen sind für die Neuropsychologie nicht weniger revolutionär als die Genregulation für die Genetik, weil sie einen der seit Jahrtausenden gesuchten Brückenpfeiler bilden zwischen Materie und Geist oder Leib und Seele, zwischen Neurobiologie und Psychologie. Eine bereits erfolgreich getestete Anwendung ist die Rehabilitation bei motorischen Hirnschädigungen, indem man den Patienten die zu erlernenden Bewegungen zuerst optisch vorgeführt hat (Buccino/Binkofski). Weil die Areale der Spiegelneuronen sich mit denen des prämotorischen Cortex nicht vollständig überlappen, kann das Ich zwischen Selbst und Anderen unterscheiden. Bei Schizophreniepatienten scheint gerade diese Fähigkeit gestört zu sein. Es wäre nicht verwunderlich, wenn die weitere Forschung ergeben würde, dass kollektive Rituale, sowohl religiöse oder kulturelle als auch typische Rituale in Sportstadien, so wie Balzrituale in der Tierwelt, ursprünglich der Wirkung von Spiegelneuronen zuzuschreiben wären. Solche Phänomene sind in der Psychologie als Synchronie bekannt. Auffallend sind Verwandtschaften zur Theorie der Selbst-

organisation und zur "embedded, embodied cognition". Offenbar hängen diese Phänomene eng zusammen und verweisen auf eine umfassende Vernetzung der neuronalen Strukturen.

Es soll und darf nicht verschwiegen werden, dass Kybernetik den Samen der Unfreiheit in sich trägt, denn Steuerung ist seinem Wesen nach ein Türöffner zu Bevormundung, Beherrschung und Unterdrückung. Die Sicherung und Bestätigung ihres Erfolges setzt notwendig Kontrolle und Überwachung voraus. Die Inversion der Physikalischen Kybernetik findet damit ihre konsequente Fortsetzung und Anwendung in Management, Pädagogik und Politik, indem den Mitmenschen sogenannte *Werte* als Ziele vorgesetzt und Vorschriften zur Lebensführung gemacht werden, anstatt Motivation zu fördern in Form **stimulierter Selbstmotivation**, z.B. durch Demonstration von Möglichkeiten und Alternativen und durch Aktivierung der natürlichen Triebe und Bedürfnisse. In der Sprache Maturanas sind es Perturbationen, die das Verhalten durch strukturelle Koppelung beeinflussen und bestimmen. Die Nutzung dieser Erkenntnis zur Motivation würde dem Individuum den Schein der Willensfreiheit belassen, damit den natürlichen Widerstand gegen die "Fremdbestimmung" und Beeinflussung vermindern. Es ist kein Geheimnis, dass die Geschichte der Kybernetik eng mit politisch-militärischen Machtbestrebungen verflochten ist, fokussiert in Wissenschaftlern und Mitbegründern der Kybernetik wie John von Neumann (1903-1957) und Edward Teller (1908-2003) als Politik- und Militärberater. Die Ereignisse im Irak 2003 und danach bieten mehr als genügend Anschauungsmaterial, wie modernste Kybernetik zu autokratischem Chaos entgleisen kann.

Ein die ganze Menschheitsgeschichte durchziehender Parameter ist die Bewertung der Zielsetzung: je höher die Wertsetzung für die Ziele, desto dogmatischer, rigoroser und katastrophaler ist ihre Durchsetzung! Ziele wie das ewige Seelenheil, das Gemeinwohl, die Volksgesundheit oder Rassenreinheit, die staatliche Souveränität, die nationale Ehre, ökonomische Prosperität, kostbares Eigentum u.dgl. mehr waren Rechtfertigung für die Folgen und die Opfer von Ausbeutung, Unterdrückung, Verbrechen und Kriegen bis in die Gegenwart. Dabei ist es gleichgültig, ob die Rechtfertigung der Wertsetzung nachfolgt oder eine nachträglich bewusst hohe Wertsetzung und Überbewertung, Glorifizierung und Verheiligung der Rechtfertigung dient, d.h. der prophetischen Ankündigung notwendiger(!) Opfer die Begründung liefert. Handlungs-begründungen, die auf Effekte oder Konsequenzen der Handlungen selber referieren, sind kritisch zu hinterfragen, weil sie von totalitären Institutionen für ihre Zwecke missbraucht werden können und weil sie schwer überprüfbare logische Zirkel bilden.

Körper und Geist

Das Leben an seiner Oberfläche zu beschreiben und das Leben zu verstehen sind zwei verschiedene, unvereinbare Dinge, weil Forschungsinstrument und Forschungsgegenstand identisch sind und weil die Vokabulare historisch nicht kompatibel sind. Die selbstreferentielle Ersteperson- oder Ich-Perspektive verführt unvermeidbar zu Fehlschlüssen durch die Selbstbegründung und Selbstrechtfertigung der eigenen Existenz und des eigenen Bewusstseins. Die Perspektive des psychischen und mentalen Bewusstseins für die Beschreibung des Erlebens ist gewöhnlich dieselbe wie die Perspektive für die Erforschung der Funktionsweise des Menschen und des Lebens. Daraus entstehen beständige Schwierigkeiten für ein vorurteils- und traditionsfreies Verstehen. Geist, Bewusstsein, Gefühle, Gedanken, das Bild im Kopf sowie die subjektiven Erlebnisgehalte als Qualia sind nicht reale und eigenständige Dinge oder Zustände, sondern es sind retrospektive und reflexive Interpretationen von Begleiterscheinungen zeitlich begrenzter physiologischer Prozesse, Ereignisse, Zustände und Wirkungen mit eigenen Begriffserfindungen. Die Begriffe für Geist und Gefühle repräsentieren die subjektiven und bewussten Empfindungen der Phänomene, nicht jedoch die objektiven, den Phänomenen zu Grunde liegenden zerebralen Prozesse. Deshalb ist es metasprachlich irreführend, von einer Identität der mentalen Prozesse mit zerebralen Prozessen zu sprechen, wie die Identitätstheorie suggeriert, obwohl verständlich ist, was damit gemeint ist: die Bezeichnung eines bestimmten zerebralen Ereignisses mit Begrifflichkeiten aus unterschiedlichen Perspektiven. Die Identitätstheorie erklärt überzeugend die Kausalität mentaler Ereignisse für physische Handlungen, weil mentale

Ereignisse selber physisch sind, so dass die kausale Geschlossenheit des kognitiven Systems auf physischer Ebene gegeben ist.

Nur durch hochgradige Aggregation und Abstraktion in den Begriffen ist es möglich, die Vielfalt und Verschiedenheit der individuellen Phänomene ökonomisch zu beschreiben und Anderen vergleichend und verstehbar mitzuteilen. Aus der eigenen Lebenserfahrung und dem kommunikativen Erfahrungsaustausch kann geschlossen werden, dass im Normalfall alle Menschen dieselben mentalen Prozesse als Erlebnisse haben, ohne dass man den tatsächlichen mentalen Zustand eines anderen Menschen kennen muss. Die Bedeutung des Ausdrucks "er ist wütend" ist deshalb allgemein verständlich, obwohl die individuelle Ausprägung jeweils verschieden ist. Der Zustand "wütend" ist zwar nur an den typischen Verhaltensweisen äußerlich zu erkennen, aber aus der eigenen Lebenserfahrung und der sprachlichen Kommunikation kann man auf den inneren Zustand des Betreffenden rückschließen. Deutliche Abweichungen davon werden als Störungen oder Krankheiten gedeutet, solange sie nur bei einzelnen Menschen zu beobachten sind. Diese Lebenserfahrungen wurden über viele Generationen der Menschheit kulturell tradiert und werden in der Kindheit erlernt. Die logische Schlussfolgerung aus der top-down-Perspektive ist, dass der psychische Zustand durch neurophysiologische Zustände bestimmt sein muss, die allen Menschen gemeinsam sind. Dadurch wird also die universelle Annahme bestätigt, dass alle Menschen in annähernd gleicher Weise konstruiert sind und funktionieren. Ohne gemeinsame neurophysiologische Zustände gäbe es keine Notwendigkeit für gemeinsame mentale Zustände bzw. gleichartige mentale Phänomene, so dass eine Kommunikation zwischen Menschen völlig sinnlos wäre!

Kein vernünftiger Mensch würde zwischen einem physischen Gegenstand und seiner Wahrnehmung gedanklich unterscheiden und sie als getrennte und autonome Wesenheiten deuten. Genau dies wird in der substanziellen Unterscheidung von Körper und Geist gemacht. In diesem Zusammenhang könnte man über die Erfahrungen mit Feuer und all seinen angenehmen und unangenehmen Begleiterscheinungen nachdenken und Parallelen zum Wesen des phänomenalen Bewusstseins untersuchen, als Gegensatz zum Verständnis der physikalisch-chemischen Ursachen und Wirkungen des Feuers. Der Satz "das Haus brennt" ist eigentlich ein Kategorienfehler, denn nicht das Haus in seiner Erscheinung und Funktion, sondern seine physischen Materialien brennen. Die Bedeutungen des Satzes mit seinen Assoziationen, Schlussfolgerungen und Konsequenzen sind dennoch verständlich und akzeptiert, weil diese Bedeutung in der Sprachgemeinschaft allgemein bekannt und üblich ist. Niemand würde im gegebenen Fall über den Satz diskutieren, sondern man würde den Umständen entsprechend sofort handeln. Die Wahrnehmung des physischen Feuers als Phänomen bewirkt über Empfindungen wie Erinnerung und Angst die mental-verbale Äußerung "das Haus brennt", die als kybernetisches Signal von Geist zu Geist zum Auslöser sowie zur Begründung und Rechtfertigung für die Alarmierung der Feuerwehr als adäquate physische Handlungsprogramme wird.

Durch die von Lebenserfahrung und Kommunikation ausgehende Interpretation werden die Erlebensgehalte über Generationen hinweg zu Bedeutungsträgern und zu "potenziellen Ursachen", d.h. sie bergen als Handlungsgründe die Möglichkeit spezifischer Handlungen und charakteristischen Verhaltens, so zum Beispiel das Zertrümmern einer Vase aus

Wut. Das Zertrümmern ist keine der Wut eigentümliche Eigenschaft, sondern der individuelle und situative Ausdruck von Wut. Die Tatsache an sich, dass diese Phänomene des Erlebens keine Eigenexistenz haben, ändert nichts an der Bedeutung dieser Dinge für das Leben, manches aber ihre Erkenntnis; so wie die Entdeckung einer Krankheitsursache nicht die Krankheit und ihre Symptome, wohl aber ihre Behandlung ändert. Man kann sie als flüchtige Phänomene wahrnehmen und beschreiben, verstehen aber kann man nur ihre Auslöser und ihre Auswirkungen. Sie sind überhaupt nicht oder bestenfalls probabilistisch vorhersagbar, weil sie nicht aus Ursachen naturgesetzlich ableitbar sind, sondern weil sie willkürliche und gemeinsame Ergebnisse der biotischen Evolution sowie der physischen und der kulturellen Ontogenese sind, wie zum Beispiel die regional und kulturell verschiedene Geschmacksempfindung.

Daraus ergibt sich zwingend die Einzigartigkeit jedes einzelnen wie auch die Gleichwertigkeit aller Menschen. Die beste Bestätigung dafür ist, dass es relativ zu einem imaginären Idealbild oder Modell des Menschen individuelle Abweichungen gibt in Form von Fehlbildungen und Fehlfunktionen als natürliche Folge von "Materialfehlern", die es aus Sicht eines idealistischen Antimaterialismus als Resultat von Design oder Schöpfung nicht geben dürfte, die daher lange Zeit kulturell und sozial diskriminiert wurden und vielfach immer noch werden, sei es als Sinn, Strafe oder Sühne für mangelnde Moral oder Tugendhaftigkeit.

Geist und Seele sind als Koinzidenz physiologischer Muster mit kognitiven Mustern untrennbar eingebettet in die Körperlichkeit. Die Trennung von Geist und Körper in der dualistischen Anschauung nach Descartes ist

daher ein historischer Fehler an sich. Allerdings könnte man aus der Perspektive des Informationszeitalters Descartes auch so interpretieren, dass er bereits die immaterielle Welt der Informationen und der Medien vorausahnte, weil für ihn die Seele hauptsächlich das denkende und wahrnehmende Wesen darstellte und mit der Seele der christlichen Lehre nur das Wort gemein hatte. Sein Dualismus der Substanzen ist nicht so eindeutig, wie es von der damals theologisch beeinflussten und klerikal kontrollierten Philosophie gerne gedeutet worden ist. Dann wäre die dualistische Deutung des Leib-Seele-Problems mehr ein Irrtum der Philosophie als ein Irrtum Descartes'.

Spätestens als der Geist durch Schrift, Buchdruck und Telegrafie schrittweise sichtbar, handhabbar, übertragbar, archivierbar und handelbar gemacht wurde, brauchte man einen neuen, objektiven Begriff mit Singular und Plural: die Information war geboren, als Nachfolger und Erweiterung des antiken Logos im Sinne von Idee, Begriff und Vorstellung. Insofern markiert Descartes mit dem Rationalismus den Beginn des Informations-zeitalters. Der unsichtbare Geist aber ist nicht weniger an Kodierung und physisches Substrat gebunden wie die Information. Die Auswirkungen von Alkohol und Drogen, ebenso wie Sauerstoffmangel und erst recht Psychopharmaka sowie Phänomene der Psychosomatik und Alterung, sind unwiderlegbare und seit Jahrhunderten bekannte Indizien dafür. Zaubertränke für die Körperkraft, die Geisteskraft und die Manneskraft sind seit Urzeiten bekannt und beliebt. Das bedeutet nicht nur, dass mentale und psychische Phänomene von physiologischen und physikalischen Vorgängen verursacht werden, die ihrerseits wieder von Sinneseindrücken stimuliert und modifiziert werden, sondern es bedeutet sogar, dass sie

abhängig sind von den Eigenschaften des physikalischen Substrats. Ein beliebtes Argument von Dualisten ist, dass das Gehirn den Geist und das Bewusstsein nicht selber erzeugt, sondern nur filtert und beschränkt. Damit wird das Problem jedoch nur verschoben und noch vergrößert.

Solche Einsichten, also die Einbeziehung des körperlichen Organismus in die Funktionen und Erscheinungen des Mentalen und Psychischen, zusammen mit seiner affektiven und effektiven Kopplung an die unmittelbare Außenwelt, finden in der Kognitionswissenschaft in jüngster Zeit immer mehr Aufmerksamkeit und Bestätigung unter den Begriffen des *Embodiment* und des *Externalismus*. Genauer gesagt, werden sie im 21.Jhdt. wiederentdeckt, nachdem sie schon im 18.Jhdt. aufgegriffen und bis in die Gegenwart immer wieder beschrieben, aber auch immer wieder übersehen oder bewusst ignoriert wurden. Dabei ist der Körper sowohl funktionaler Träger des Geistes als auch sein ausführendes Organ, so dass der Geist seinerseits wiederum von den Fähigkeiten und Eigenheiten des Körpers bestimmt wird. Der Geist kann also in seinen lebenswichtigen Anteilen nicht über dem Körper schweben und kann nicht ein Eigenleben führen. Dagegen sind Anteile als lebensunwichtiges Epiphänomen nicht ausgeschlossen, wobei solche Anteile im Verlauf der natürlichen Selektion nicht selten einen Selbstzweck bekommen haben, weil die Eigenschaft in spezifischen Umwelten oder in Kopplung mit anderen Eigenschaften einen Vorteil geboten hat. Unbeantwortet bleibt dabei, wo man die Grenzen zieht.

Schon immer haben Menschen sich überlegt, wie es wäre, einen vollständigen Doppelgänger zu haben. Die naheliegende Frage ist, ob ein physischer Doppelgänger auch ein mentaler und psychischer

Doppelgänger wäre. Insbesondere von eineiigen Zwillingen hört man immer wieder erstaunliche Phänomene von gedanklichem Gleichklang mit gleichen Verhaltensweisen oder von gemeinsamem Schicksal. Genauso gibt es Spekulationen im Bereich der Science-Fiction zum Beamen oder Teletransport von Personen. Eine neue Variante ist das Einfrieren verstorbener Personen, um sie zu späteren Zeitpunkten aufzutauen und wieder zum Leben zu erwecken. Von Donald Davidson stammt das Gedankenexperiment des "Sumpfmannes", eines fiktiven, durch Blitzschlag aus einem Sumpf entstandenen Doppelgängers. Allen Überlegungen ist gemeinsam, dass sie sich auf eine molekulare Identität der Doppelgänger berufen und von daher auf eine geistige Identität schließen. Dabei wird jedoch verkannt, dass Leben ein unaufhörlicher und ununterbrechbarer dynamischer Prozess in einem bestimmten Milieu ist, der ständig von seiner Umwelt über die Sinne und über Stoffwechsel moduliert wird und von seiner kumulierten Entwicklung geprägt ist. Die scheinbare Beständigkeit des äußerlichen, sichtbaren Körpers täuscht über die bei leblosen Gegenständen vernachlässigbare Dynamik und Flüchtigkeit der Materie hinweg. Im Augenblick der Kopie wäre der Lebensprozess des Doppelgängers vom Strom der Gegenwart abgekoppelt, transiente Zustände oder Zustandsübergänge können nicht kopiert oder eingefroren werden und selbst kleinste Unterschiede des Milieus würden Unterschiede im Lebensprozess bedeuten. Der Doppelgänger müsste instantan komplett erzeugt werden, um das konsistente Zusammenwirken der Gesamtstruktur zu gewährleisten, womit offensichtlich jede Möglichkeit einer Realisierung ausgeschlossen wäre. Psychische Phänomene sind erlernte und milieuabhängige Deutungen physischer Vorgänge oder Zustände. Es gibt

keine natürliche, unveränderliche und eindeutige Zuordnung oder Kausalität zwischen den beiden Beschreibungen, so dass ein physischer Zustand mit unterschiedlichen psychischen Phänomenen verknüpft sein kann, insbesondere bei Veränderung des Milieus. Das entspricht ersichtlich auch unseren Alltagserfahrungen, z.B. dem Einfluss des Wetters und der Umgebung auf die psychische Verfassung, was letztlich der wichtigste Grund für Urlaubsreisen ist. Auch bei molekularer Identität wäre also in keinem der Beispiele eine geistige und phänomenale Identität gegeben.

Die Entdeckung des sogenannten Bereitschaftspotentials im Jahr 1965 durch Hans Kornhuber (1928-2009) sowie die Ergebnisse der Experimente von Benjamin Libet (*1916) haben zwar heiß diskutierte, weil unterschiedlich interpretierte, aber weder überraschende noch eindeutige Erkenntnisse erbracht. Die von ihnen ausgehenden philosophischen Diskussionen um die Willensfreiheit sind obsolet, denn Willens-entscheidungen beruhen per Definition auf Alternativen, so dass der neurophysiologische Prozess zur Vorbereitung einer Entscheidung als Realisierung des Willens auch deren Bestimmung und Bewertung umfassen muss, auf Grund von Wissen, Bildung und Lebenserfahrung. Nichts tun oder etwas tun ist die einfachste und allgegenwärtige Alternative. Die Grundlagen und Inputs der Bewertung liegen bereits im neuralen Apparat vor oder werden diesem durch Sinnesreize physiologisch zugeführt. Die bewusste Entscheidung als Willensäußerung markiert lediglich den Abschluss des Bewertungsprozesses mit der Absicht zur Aktivierung der peripheren Organe einschließlich des Sprechapparates, oder mit dem Verzicht ihrer Aktivierung. Die Einbeziehung der Bewertung bedeutet lediglich eine Verlagerung des Problems. Die Ausübung eines

freien Willens ist somit ein 3-stufiger Prozess unterschiedlicher Determination:

1. die indeterministische Bestimmung von Alternativen.
2. die indeterministische Bestimmung und Bewertung von Kritierien.
3. die deterministische Entscheidung und Handlung oder Äußerung.

Ein dunkler Punkt in Libets Experiment ist die Tatsache, dass das Bewusstwerden der Intention und ihre sprachliche oder gestische Markierung selber wieder ein komplizierter motorischer Akt ist. Interessanter wäre die Frage, was den Willen ursprünglich initialisiert und verursacht - sinnliche Wahrnehmung, körperliche Empfindung, biologisches Bedürfnis, soziale Pflicht oder kulturelle Tradition bzw. anerzogene Werte? Der Wille ist ein gedankliches und sprachliches Konstrukt für ein ganzes Bündel verschiedener mentaler Zustände, das an sich nicht wirklich existiert, dessen Nichtexistenz aber nicht vorstellbar ist. Schließlich ist der Wille Ausdruck der individuellen Zielsetzungen, ein Glied im kybernetischen Kreislauf des Organismus, z.B. der Wille und das Ziel, eine bestimmte Ausbildung zu erlangen. Die philosophische Frage ist, über den biologischen und psychologischen Aspekt hinaus, wie die Ziele und die Ziele der Ziele zustande kommen.

Neurologische Prozesse sind von vielen Parametern und auf Grund ihrer Natur vom Gesetz der großen Zahl, also von Statistik und Wahrscheinlichkeit geprägt, so dass ein rigoroser Determinismus a priori auszuschließen ist. Niemand wird bestreiten können, dass das zufällig herrschende Wetter den gegenwärtigen Willen bestimmen kann, sowohl bewusst rational als auch unbewusst emotional und ebenso vegetativ, in

diesem Sinn also auch quasi deterministisch wirken kann. Die Bedeutung von Libets Experimenten - sowie anschließende von Haggard und Eimer 1999 - liegt vielmehr darin, dass sie unbemerkt die Verbindung oder sogar die funktionale Identität von Körper und Geist offengelegt haben, indem sie gezeigt haben, dass materielle Prozesse den vermeintlich immateriellen Ereignissen vorausgehen, oder genauer, dass keine anderen als materielle Prozesse zu beobachten sind und dass keine Ereignisse zu beobachten sind ohne vorhergehende materielle Prozesse. Das Gehirn ist keine Maschine, die ein Abbild der Außenwelt, Gedanken, Erinnerungen, Gefühle und Intelligenz als objektiv wahrnehmbares, erkennbares und eigenständiges Endprodukt - eben als den Geist, der dann seinerseits auf die Materie einwirkt - erzeugt und dann ausscheidet, sondern **das Rattern der Maschine ist selber das Produkt**.

Die öffentlichen Diskussionen um Willensfreiheit haben gezeigt, dass in vielen Köpfen auf der Seite der Geisteswissenschaften implizit noch Spuren eines Gehirn-Geist-Dualismus vorhanden sind. Man argumentiert, dass das subjektive bewusste Ich und seine Handlungsgründe nicht mit der Kausalität von physischen Gehirnströmen zu vergleichen und zu erklären seien. Auf der Seite der Neurobiologen werden unbedacht Begriffe verwendet, die mit philosophischer und politischer Bedeutung überladen sind und entsprechend diffuse, uferlose Assoziationen auslösen. Begriffsverwirrungen und Pauschalierungen scheinen der Kern von Missverständnissen zwischen Philosophen und Neurobiologen zu sein, weil der Unterschied zwischen der psychophysischen Willensfreiheit in einer aktuellen oder experimentellen Situation und der potenziellen, metaphysischen Willensfreiheit als Persönlichkeitsmerkmal nicht erkannt wird.

Weiter ist zu unterscheiden zwischen dem Entscheidungs-, dem Handlungs- und dem Durchsetzungswillen. Die metaphysische Willensfreiheit ist eine für die Praxis des Lebens irrelevante Illusion, denn entscheidend ist die Möglichkeit der Durchsetzung des Willens in Taten, also Handlungsfreiheit als Voraussetzung. Eine Willensbildung ohne die Prüfung und die Möglichkeit der Durchsetzung wäre unvernünftig und sinnlos.

Man muss zunächst erkennen, dass Willensfreiheit eine äußere Komponente in Staat, Gesellschaft und Kultur und eine innere Komponente in der Persönlichkeit hat. Der Wille ist kein eigenes Phänomen, sondern der Ausdruck von Bedürfnissen, Trieben, Wünschen, Vorstellungen, Motiven, Absichten und Zielen mit jeweils unterschiedlichen Freiheitsgraden. Der Wille bezeichnet eine subjektive Ursache-Wirkungs-Relation, ein Handlungsmodell oder System von Handlungsoptionen analog der naturgesetzlichen Kausalität. Entwicklung, Erziehung, Sozialisation, Bildung und Erfahrung sind prägend für die Gestaltung des Willens als Selbstbewusstsein und Willensstärke und für die Bestimmung der inneren Freiheitsräume. Die Willensbildung beginnt bereits mit dem Erkennen von Entscheidungs- und Handlungsalternativen und richtet sich kybernetisch auch nach den Möglichkeiten und Wirkungen, sowie nach dem Verhältnis von Aufwand und Nutzen des - auch sprachlichen - Handelns.

Willensfreiheit und Determinismus ist keine alles-oder-nichts-Dichotomie, sondern liegt irgendwo dazwischen - bezeichnet als sogenannter Kompatibilismus - und ist unmittelbar mit Entscheidungs- und Handlungsfreiheit verbunden und wird mit diesen als Freiwilligkeit auch oftmals

vermischt oder verwechselt. Jeder Mensch mit Lebenserfahrung weiß, dass die Möglichkeiten des Willens bestimmt und begrenzt sind von den körperlichen Fähigkeiten, vom Wissen, von Erfahrungen und von Gefühlen, von Naturgesetzen, von staatlichen Vorschriften, von kulturellen Sitten, Gebräuchen und Gewohnheiten, letztlich von den eigenen, veränderlichen Vorlieben und Abneigungen. Das Wesen des kognitiven Menschen ist, überhaupt einen Willen sowie die Fähigkeiten zu haben, den Willen in Taten umzusetzen und auf die Welt willentlich verändernd und gestaltend einzuwirken.

Als Determiniertheit wird die Realität einer notwendigen und eindeutigen Abfolge von kausalen Ereignissen bezeichnet. Der große Fehler des naiven Determinismus ist es, Ereignisse als unteilbare, isolierte und unabhängige Elemente zu betrachten. Ereignisse in der Wirklichkeit sind jedoch komplexe Gegebenheiten, die immer von vielen, vorhergehenden oder parallel verlaufenden Ereignissen oder Zuständen abhängig oder mit ihnen verschränkt sind. Eine Beispielursache dafür aus der Physik ist die Brownsche Molekularbewegung bzw. die Thermodynamik auf dem Temperaturniveau der Erdoberfläche, die grundsätzlich auf jedes System Einfluss nimmt bzw. vom betrachteten System nicht vollständig fern gehalten werden kann. Der Determinismus der Physik in Verbindung mit den Naturgesetzen und geschlossenen Systemen ist rein hypothetisch oder metaphysisch fiktiv, gültig nur unter Beachtung von sogenannten ceteris-paribus-Bedingungen. In der wirklichen Welt ist ein Determinismus nur zu begründen, wenn man in Experimenten die unerwünschten und unkontrollierbaren Nebenwirkungen vollständig ausschließen kann.

Indeteminiertheit bedeutet weder Zufälligkeit noch Ungenauigkeit, sondern Uneindeutigkeit oder Unbestimmtheit der Wirkungen auf Grund von Wechselwirkungen mit der Welt bzw. mangelnder Isoliertheit von der Umwelt. Weder in der Makrowelt des Kosmos - auf Grund seiner Grenzenlosigkeit und Expansion - noch in der Mikrowelt der Quanten sind vollständig determinierte Kausalitäten möglich, zumal unser Erkenntnisvermögen immer begrenzt und unser Wissen über die Welt immer unvollständig bleibt. Ein universeller Determinismus im Sinne des Laplace-Dämons würde ein steady-state-Universum und normative Naturgesetze voraussetzen. Dagegen ist die Mathematik und Logik, sowie die Kultur und das Rechtssystem der Gesellschaft von Determinismus geprägt und kann so eine nicht vorhandene Determiniertheit in der physischen Welt vortäuschen oder die in der Indeterminiertheit gegebenen Freiheiten verdecken.

Die eigentliche Dichotomie besteht also nicht zwischen Willensfreiheit und einer scheinbaren oder fiktiven Determiniertheit, sondern zwischen Selbstbestimmtheit und Fremdbestimmtheit des Willens, zwischen Freiheit und Zwang, zwischen bewusster und unbewusster Willensbildung, zwischen Zufälligkeit und Bestimmtheit des Willens. Das Entscheidende für den Menschen ist somit nicht die metaphysische Willensfreiheit, sondern der Umfang und die Autonomie des Bewusstseins im mentalen und psychophysischen Prozess der Willensbildung. Die Willensfreiheit liegt in den Auswahlmöglichkeiten der subjektiven Ursache-Wirkungs-Relationen, der Vielfalt der Beziehungen zwischen Wünschen und erfolgversprechenden Handlungen. Der Zweck von Bildung und Wissen liegt hauptsächlich darin, die Menge der Handlungsmöglichkeiten im Prozess

der Willensbildung zu erhöhen oder bewusst zu machen und ihre Auswahl- und Entscheidungskriterien zu bestimmen. Wer vor der Berufswahl steht, muss die Notwendigkeiten und die praktisch oder gesetzlich möglicherweise determinierten Bedingungen der Ausbildung und der möglichen Arbeitsplätze kennen und in die Willensbildung einbeziehen. Eine wirklich freie Willensbildung, gemeint ist damit die individuell und subjektiv geleitete und von äußeren Beschränkungen freie Bewertung von Handlungsgründen, ist nur in wenigen Lebenssituationen möglich.

Die freie und bewusste Auswahl eines Getränks beispielsweise ist zweifelsfrei abhängig von rationalen wie von emotionalen Variablen in der aktuellen Situation. Die Belegung der Variablen mit konkreten Werten findet jedoch auf der neurophysiologischen Ebene statt durch die Wirkung von Sinnesreizen, Transmittern, Enzymen und Hormonen. Sie ist determiniert durch den individuellen Lebensweg, also Ontogenese plus Erfahrung, auch durch genetische Veranlagung, durch die mentale und die kulturelle Prädisposition - einschließlich der Kenntnis des Rechtssystems, aus der sich strafrechtliche Verantwortlichkeit für die Konsequenzen ableitet gerade wegen des Determinismus -, die psychische und physische Konstitution, sowie durch die Kombination aller Sinnesreize mit Rückwirkungen aus dem eigenen Körper und aus der Umgebung, des Angebots an Getränken wie auch einer anregenden Begleitung. Alles Wissen, alle Kontexte, das über die individuelle Lebenszeit gesammelte Weltbild und auch **der Wille selbst ist im Gehirn physisch vorhanden:** als Erinnerung, Bedürfnis, Wunsch, Vorstellung, Erwartung, Absicht, Motiv. Das alles ist vollständig manifestiert im neuralen Substrat als semiotische Zeichen des mentalen Apparats sowie als physische Gegebenheit und

damit deterministisch und ursächlich im Sinne physikalischer Kausalität - das ist der Punkt, den sowohl Philosophen als auch erst recht die Dualisten meist und gerne übersehen. Der Dualismus ist sprachlicher Natur. Die phänomenale Begriffswelt der Selbsterfahrungen steht der funktionalen Begriffswelt der nicht unmittelbar zugänglichen Hirnprozesse gegenüber.

Die entscheidende Erkenntnis aus Libets Experimenten und den zugehörigen Überlegungen ist, dass die Bewusstheit eines Willensaktes nicht als eigenständiger Prozess am Anfang der Kausalkette steht, sondern dass sie ein Merkmal bestimmter physischer, im präfrontalen Cortex lokalisierter Teilprozesse innerhalb der Kausalkette ist. Die Prozesse der Wahrnehmung, der Willensbildung, der motorischen Aktivitäten bilden eine geschlossene, physische Welt; ihre Bewusstwerdung ändert daran nichts. Wegen ihres komplexen Zusammenspiels ist das endgültige, bewusste, nach außen wirksame Resultat nicht determiniert, sondern nur erfahrungsmäßig bestimmbar und vorhersehbar. Darin liegt die scheinbare Freiheit des Willens. Was als "Charakter" nach außen sichtbar wird, das ist die Summe der Freiheiten und der Beschränkungen des Willens als Neigungen, das ist der Ausdruck der individuellen, vielfältigen Ziel- und Wertsetzungen und ihrer Durchsetzung unter dem Einfluss der jeweiligen Umweltsituation. Der Charakter als Ganzes ist in der Entwicklung nicht vorhersehbar, denn er ist erst das Resultat der Entwicklung. Einzelne Handlungen dagegen sind quasideterministisch absehbar als Folgerung aus dem Charakter. Die einzig wahre Willensfreiheit ist die Willenlosigkeit. Das hat schon Schopenhauer gewusst und ausführlich beschrieben.

Das mentale "Ich" ist nicht der Herrscher über das Gehirn, auch nicht sein

Sklave, sondern es ist eine gedankliche und sprachliche Konstruktion des Bewusstseins. Das Bewusstsein ist im Kopf und kommuniziert mit dem Ich und das Ich ist in der Welt und kommuniziert mit der Welt. Nicht "ich habe Ideen", sondern die Ideen - das ist das Gedachte des Denkens, das Prozessat der Gehirnprozesse - prägen das Ich als retrospektive Widerspiegelung des gegenwärtigen Zustandes des physischen Gehirns und des gesamten Organismus und seiner Wechselspiele mit der Welt. Das Ich repräsentiert das über die Entwicklung des Lebens und die Lebensumstände kumulierte und integrierte Gedächtnis für das Selbst und für die Welt. Der Philosoph Thomas Metzinger (*1958) bezeichnet es als transparentes phänomenales Selbstmodell. Der gegenwärtige Zustand ist Summe und Destillat der vorausgegangenen, auch schon vorgeburtlichen Zustände, einschließlich von Fehlbildungen, Erkrankungen und Verletzungen. Insbesondere die geburtsnahen Einwirkungen und Erfahrungen prägen mitentscheidend die Entwicklung des späteren Ich ohne jede Möglichkeit der Selbstbestimmung, Kontrolle und Korrektur. Die Gesamtheit der Ideen ist ohne Zweifel eine Übermenge des Bewusstseins, denn das Bewusstsein muss sich (ausschließlich?) in Ideen ausdrücken und auch das Unbewusste wird von Ideen konstituiert.

Die Gedanken sind, wie man an sich selber beobachten kann, unabhängig von den aktuellen Wahrnehmungen der Sinne. Der Begriff der Gedanken steht sowohl für das Denken als neuropsychologischer Prozess wie für die Inhalte des Denkens als Ideen. Ganz prägnant wird diese Unabhängigkeit empirisch bestätigt durch das Anton-Syndrom, indem Beschädigungen bestimmter Hirnbereiche die visuell-sinnliche Wahrnehmung ausschalten, trotzdem die betroffene Person überzeugt ist, Wahrnehmungen zu haben

und sich in seinen Gedanken der Blindheit nicht bewusst wird. Der eigentliche Dualismus ist nicht der traditionelle Körper-Geist-Dualismus, sondern ein Denken-Ideen-Dualismus oder auch Form-Bedeutung-Dualismus, mit dem Postulat immaterieller Ideen als eigenständige Realitäten, wie Götter oder Geister und die Ideen zu den Qualia - den Inhalten des phänomenalen Bewusstseins wie Schmerzen, Vorstellungen, Begierden, Sehnsüchten, Gefühlen wie Lust oder Ekel. Wir haben nicht nur die körperlichen Phänomene als Qualia, sondern auch Ideen dazu, woher sie kommen, worauf sie sich beziehen, was sie bedeuten, was wir tun können. Es gibt jedoch keine Begründung für eine vom neuro-psychologischen Denken unabhängige Eigenexistenz der immateriellen Ideen. Das Ich ist die gebündelte und untrennbare Einheit von Empfindungen, Erinnerungen, Vorstellungen und Ideen. Die Annahme eines von der Physis unabhängigen "geistigen Ich" als Produzent der immateriellen Ideen ist ein Pleonasmus und eine Selbsttäuschung sowie in Folge dessen eine Enttäuschung für das traditionelle, sich selbst übermäßig wichtig nehmende und idealisierende Menschenbild. Die Konsequenzen daraus sind den Geschichtsbüchern und den täglichen Nachrichten zu entnehmen.

Die geistigen Funktionen beruhen im wesentlichen auf den umfassenden "Abbildungen" oder Repräsentationen der Außenwelt und des eigenen Körpers als Vorstellungen in der Innenwelt durch die Stimulationen der Sinnesnerven. Das Leben an sich ist gekennzeichnet durch die zeitweilige Unabhängigkeit von Energiezufuhr und Wahrnehmung oder Informations-zufuhr. Deshalb ist eine mentale Repräsentation der Welt als Gedächtnis genauso unverzichtbar wie die Speicherung von Energie, um kontinuierlich

und autonom agieren zu können. Dazu müssen Modifikationen der inneren Strukturen in Korrelation gesetzt werden zu den Sinneseindrücken der Außenwelt sowie zu den intraindividuellen Empfindungen und Ideen oder Gedanken; also eine Vorstellung von Landschaft als Idee anhand der Landkarte als Wahrgenommenes. Es gibt keine biologischen Strukturen, die dies a priori vermögen. Es kann daher auch keine naturgesetzmäßigen, allgemein gültigen Abbildungsmechanismen oder Kodierungen geben, weshalb es vergeblich bleiben wird, danach zu suchen; die wirklichkeitsgerechte Transformation des Außen in das Innen kann nur das Resultat oder Konstrukt von Entwicklungs- und Anpassungsprozessen sein. Das impliziert die Irreversibilität der Transformationen, also die Unmöglichkeit, aus den inneren Repräsentationen die Urbilder als Wirklichkeit zu rekonstruieren. Aus einer Landkarte kann man nicht die Landschaft realistisch und vollständig wiederherstellen. Zudem sind Repräsentationen stets auf die direkt wahrnehmbaren Eigenschaften des repräsentierten Objekts beschränkt. Die Bedeutungen oder Deutungen der Objekte sind davon unabhängig und müssen den repräsentierenden Strukturen separat oder synchron zugeordnet werden, sei es als aufgedruckte Legende auf einer herkömmlichen Landkarte oder als Erfahrungen des Subjekts im Umgang mit den wahrgenommenen Objekten parallel zu den Wahrnehmungs- und den Entwicklungsprozessen.

Die Qualität der Transformation ist allerdings von einigen Eigenschaften der rezipienten, neuronalen Strukturen abhängig: Anzahl der möglichen Zustände und Plastizität als Informationskapazität, hoher Vernetzungsgrad und Serialität für operative Berechnungsfunktionen, Vermaschung und Verschachtelung zu rekursiven Strukturen als Gedächtnis- und

Bewusstseinsfunktionen, Schnelligkeit und Parallelität, bzw. kurze Wege oder hohe Dichte für ein synchrones Gegenwartsbewusstsein, hohe Variabilität und Flexibilität der Modifikationen für vielfältige und variable Umwelten. Es ist offenkundige, aber keineswegs selbstverständliche Tatsache, dass diese Eigenschaften beim Menschen über die gesamte Lebenszeit erhalten bleiben. Der menschliche Geist ist nur insofern genetisch determiniert, als die für den Menschen typischen Teile des Nervensystems, also besonders die Großhirnrinde mit dem präfrontalen Cortex, diese Eigenschaften notwendig aufweisen müssen. Strukturen, deren Elemente selbst wieder zerlegbare Strukturen sind wie das Nervensystem und die Neuronen, können per se nicht auf eindimensionale Wirkungen reduziert werden. Die wichtigste Erkenntnis ist, dass die Art und Weise, wie die Welt repräsentiert wird, ausschließlich von den physischen Eigenschaften der Innenwelt bestimmt wird, dass die Form der Repräsentation gegenüber der Außenwelt operational abgeschlossen ist.

Descartes' klassischer Dualismus und seine Verwandten, als Dualismus von materiellen und immateriellen Entitäten, gehören noch immer zu den unausrottbaren Irrtümern und Fehldeutungen der Menschheit. Sie sind hauptsächlich auf die Vermischung und Verwechslung von Sprache und Wirklichkeit oder von Form und Bedeutung zurückzuführen, indem aus den historisch überkommenen, mit Bedeutung verbundenen Begriffen zur Bezeichnung der psychischen und mentalen Phänomene der Ich-Perspektive eine scheinbar objektive Wirklichkeit abgeleitet wird. Die Form der Wahrnehmungen ist eine Entdeckung des menschlichen Geistes im Verlauf der Stammesgeschichte und bildet die Grundlage der Dualismen. Der Empirist John Locke (1632-1704) hat einen Dualismus von Primär- und

Sekundärqualitäten von Gegenständen postuliert. Die Primärqualitäten entsprechen ungefähr den Formen, die Sekundärqualitäten den Empfindungen bei der Wahrnehmung. Die Deutung von Formen und Empfindungen geht über in die Ideen, in die Begriffe der Sprache und deren Bedeutungen. Bei Locke ist es der Übergang von sensations zu reflections, bei Kant von Anschauungen zu Begriffen. Das mögliche Resultat schließlich ist bei Kant die Vernunft, im heutigen Sinn die Erkenntnis oder das Wissen. Die lebensnotwendige Verknüpfung der Form mit Bedeutung ist kein Naturgesetz, sondern über die Generationen evolutionär entstandene Prägung, kulturell vererbte oder aus eigener Erfahrung erlernte Einsicht im Hinblick auf die Interaktion und die Kompatibilität mit der Lebenswelt. "Der Hund bellt" ist eine mentale Deutung und Beschreibung bestimmter Formen, keine objektive Wirklichkeit. Erst die Persistenz und Wiederholbarkeit der artspezifischen Wahrnehmungen sowie das Kollektiv der Beobachter und die kollektive Akzeptanz der Bedeutung macht sie zur scheinbar objektiven Wirklichkeit.

Dabei wird einerseits verkannt, dass die individuelle Persönlichkeit und ihr Weltbild - als Gesamtheit von Bedeutungen - nicht nur im Gehirn gebildet wird, sondern schon bei den Funktionsweisen, Fähigkeiten und Eigenschaften der Sinnesorgane bzw. ihrer Rezeptoren beginnt - was schon der französische Philosoph Denis Diderot (1713-1784) beschrieb -, indem sie wesentlich die Abgrenzungen und Interpretationen von Ausschnitten der Wirklichkeit und so die Wahrnehmungen von Gegenständen, Körpern und Bewegungen mitbestimmen; andererseits, dass auch die kulturelle und die soziale Wesenheit des Individuums Ausdrucksformen der neurobiologischen Prozesse und Zustände sind, die

aus der Transformation von äußerer und innerer Wahrnehmung in Empfindungen, Repräsentationen, Vorstellungen und Ideen hervorgehen. Schon die Physiologen im 19.Jhdt. wie Hermann von Helmholtz hatten darauf hingewiesen, dass die menschliche Wahrnehmung kein gegenständliches oder getreues Abbild der Wirklichkeit liefert. Die sensorischen Signalmuster bilden nicht nur eine spezifische Repräsentation der äußeren Sinnesreize, sondern können infolge der physiologischen Operationen und Interaktionen mit den inneren Strukturen als Gedächtnis direkte Auswirkungen auf emotionale, motorische und mentale Subysteme des Gehirns haben, also Gefühle, Emotionen und Gedanken mit Assoziationen hervorrufen. Dadurch werden im Verlauf der Phylogenese und Ontogenese koadaptive Verknüpfungen hergestellt zwischen den wahrgenommenen Formen und den Bedeutungen, die traditionell als Instinkte oder angeborene Verhaltensweisen gedeutet und bezeichnet werden und als unbewusste Verhaltensweisen zum Ausdruck kommen. Neben der Unschärfe und anderen Eigenheiten der Sprache ist es die Ignoranz dieser an sich lange bekannten Erkenntnisse, auf denen im wesentlichen die traditionalistische Ablehnung des philosophischen Materialismus oder Naturalismus beruht.

Ist die Behaglichkeit eines Kaminfeuers oder die Empfindung des wärmenden Sonnenscheins im Frühjahr eine eigenständige, physische Wesenheit? - Viele aus dem Alltagsleben oder der Schulphysik bekannte Größen wie Farben, Töne, Wärme, Härte, Druck, elektrische Spannung, Magnetismus sind sekundäre, emergente, phänomenale oder phänotypische, "geistige" Eigenschaften der Materie, die teils seit Jahrtausenden bekannt und beobachtbar, aber erst seit etwa drei Jahrhunderten erklärbar

sind, einer kulturgeschichtlich sehr kurzen Zeit. Durch ihre beobachtbare oder erfahrbare Wirkung als Empfindung erlangen sie die mit den Begriffen assoziierte Bedeutung. Ihre Erklärungen und Anwendungen werden noch immer auf Naturwissenschaft bzw. Schulunterricht und Technik beschränkt. Bei näherer Betrachtung sind die Erklärungen nicht wirklich naturwissenschaftlich, sondern sind nur Bezeichnungen und Umschreibungen für das beobachtbare Phänomen. Auch für diese Phänomene gilt also das "explanatory gap".

Wegen der vor allem theologisch spekulativ postulierten, aber grundlosen und unbegründeten Verheiligung und Mystifizierung des Lebens, mit der strikten Trennung von physikalischer Materie auf der einen und Geist und Seele auf der andern Seite, sind diese Eigenschaften im kollektiven Bewusstsein kaum angekommen und bisher nicht mit Leben und erst recht nicht mit den seelischen und geistigen Fähigkeiten, Funktionen, Eigenschaften und Phänomenen des Menschen in Verbindung gebracht worden. Es sind aber genau diese Eigenschaften und Verhaltensformen der Materie, als materielle Strukturen, die das kausale Fundament des Lebens bilden und auch immer mehr in den Vordergrund der biologischen und anthropologischen Wissenschaften rücken.

Einfach strukturierte und wenig veränderliche Objekte der Materie wie beispielsweise Steine oder Planeten zeigen einfache Erscheinungsformen, hauptsächlich als Bewegungen. Dagegen sind die Erscheinungsformen komplex strukturierter Objekte wie Organismen äußerst vielfältig nach außen wie nach innen. Darüber hinaus sind diese komplexen Strukturen, die wiederum aus einer Vielzahl hochkomplexer Makromoleküle als

Substrukturen aufgebaut sind, beständigen und starken Transformationen auf allen Strukturebenen unterworfen, weil sie ständig in Interaktion mit ihrer Umwelt Energie austauschen. Ihr Verhalten ist daher für den Menschen nicht mehr durchschaubar und Kausalketten sind wegen vieler Überschneidungen der Wirkungen nicht einfach erkennbar und sind umkehrbar oder verwechselbar. Der wesentliche Unterschied zur physikalischen Welt ist die Selbstwahrnehmung dieser Strukturen als lebende Subjekte, die mit Begriffen der Physik nicht zu beschreiben ist. Es bedarf dazu einer eigenen Begriffswelt, die in der Menschheitsgeschichte durch Selbsterfahrungen geschaffen wurde. Es sind die Kategorien von Leben mit den zugehörigen Begriffswelten der biologischen Prozesse und des funktionalen Verhaltens, sowie der geistigen Betätigungen und des psychischen Erlebens. Es ist nichts anderes als der psychophysische Parallelismus, den bereits Theodor Fechner (1801-1887) als methodische Basis für die Erforschung des menschlichen Wesens beschrieben hat. Das objektive, vernetzte, kommunikative und kybernetische Verhalten der organischen Strukturen bedarf einer zusätzlichen eigenen Begrifflichkeit.

Der relativ einfache Begriff des Signals ist bereits eine Abstraktion der physikalischen Kausalitäten, die zur Stimulation eines Rezeptors und dadurch zur Auslösung eines biologischen Kommunikationsereignisses führen und komplexe Signalkaskaden als Kommunikationsketten zur Steuerung biologischer Prozesse in Gang setzen. Die Wurzeln des Signals liegen in der Materie bzw. Energie als Licht- oder Schallquellen und sein Ende als neuronales Signal bildet die Zeichen und Informationen als Phänomene des bewussten Geistes. Seine Rückwirkungen auf Materie bewirken Gefühle, das Sprechen und die Bewegungen der Muskeln. Das

Signal am Eingang einer elektronischen Schaltung bewirkt ihre typische, kybernetische Funktion als Kodierer, Addierer oder Multiplexer, ähnlich den Schaltfunktionen der neuronalen Netzwerke. Die mentalen Phänomene des Menschen können zwar nicht reduktionistisch mit physikalischen Begriffen beschrieben werden, wohl aber mit Begriffen, die auf den physikalischen und den biologischen Begriffen und Konzepten aufbauen und eine sprachliche Ebene zwischen Körper und Geist bilden. Dazu gehören die Begriffe der Kommunikation wie Sender und Empfänger, die Begriffe der Systemtechnik wie Struktur und die Begriffe der Kybernetik wie Rückkopplung, die semiotische Kodierung von Signalen als Zeichen und Informationen, der Vergleich von Mustern zur Entscheidungsfindung, Filter und Schablone für Signalströme, der Zustand und das Ereignis oder der Prozess als Zustandsübergang und Signalauslöser. Möglicherweise müssen manche Begriffe analog zu den vorgenannten kybernetischen Funktionsbegriffen erst noch gefunden oder geformt werden.

In einem Gefäß mit Flüssigkeit ist der Druck an der Unterseite höher als an der Oberseite. Der Unterschied ist zwar minimal und die Tatsache als solche ist banal - jeder Taucher kennt sie -, dennoch gilt es auch für organische Körper und zeigt das Wesen und die Vielfältigkeit von Wirkungen der physikalischen Natur. Ein Leben im Hochland unterliegt anderen Luftdruck- und Sauerstoffbedingungen als ein Leben an der Küste, ein Leben am Polarkreis anderen Licht- und Temperaturbedingungen als am Äquator. Die Auswirkungen der Unterschiede auf Körper und Psyche sind nicht zu vernachlässigen, wogegen das logische Denkvermögen davon unbeeindruckt ist. In einer Menge quasi identischer physikalischer Objekte wie Atome und Moleküle sind viele Kräfte oder Wirkungen transitiv,

d.h. sie überlagern und addieren sich mit gleichartigen Wirkungen benachbarter Objekte, wodurch Strukturen und Muster entstehen. Die Folge ist, dass Wirkungen nicht homogen sind, also nicht auf alle Objekte in gleicher Weise zutreffen, sondern von der Lage der Objekte in der Struktur und von den Relationen der Objekte zueinander abhängig sind. Ein bekanntes Beispiel ist die Oberflächenspannung von Wasser. In makroskopischen Größenbereichen sind die Unterschiede meist vernachlässigbar, nicht jedoch in den Größenbereichen der Molekularbiologie, also bei Zellen und den Wechselwirkungen von Makromolekülen, Chromosomen, Enzymen und anderen biochemischen Einheiten. Die sogenannten emergenten, phänotypischen oder selbstorganisierenden Eigenschaften beruhen sehr oft nur auf der mangelnden Erkennbarkeit oder der Vernachlässigung solcher Vogänge. Emergent sind die Erscheinungsformen, nicht aber die zu Grunde liegenden physikalischen Eigenschaften. Dass die Materie der Welt auf Materie in vielfältiger Weise einwirkt, das ist alltäglich bei jedem Sonnenaufgang beispielsweise erfahrbar. Dass sie sich über den menschlichen Geist ihrer selbst bewusst wird, das ist die faszinierendste und weitreichendste Erkenntnis der Welt und ist Gegenstand philosophischer Spekulation seit der Antike bis in die Gegenwart. Man kann beliebig viele Beispiele anführen, um den Sachverhalt zu illustrieren.

Wenn ein Apfel vom Baum zu Boden fällt, dann zerplatzt die Schale, das Innere wird gestaucht, die Kerne können zusammenstoßen. Würden nun aus allen Bereichen des Apfels solche Ereignisse als Nervensignale einheitlich an eine zentale Struktur gemeldet, dann würde dieses Zentrum die Signale registrieren und könnte sie zueinander in Beziehung setzen,

miteinander und mit dem vorhergehenden Zustand - der Erinnerung - vergleichen und Signale als Folgeereignisse generieren. Mit andern Worten, der Apfel könnte auf solche Ereignisse reagieren und unter Umständen sogar Empfindungen, ein Bewusstsein und Gefühle zu den Ereignissen entwickeln. Jedes Ereignis im Körper des Menschen bedeutet Veränderungen des Zustandes und kann eine Lawine weiterer Ereignisse auslösen. Geist und Bewusstsein sind natürliche Resultate der biologisch-kybernetischen Komplexität des menschlichen Organismus und nicht metaphysische Wunder. Durch die Universalität der Nervensignale, ihre qualitative Unabhängigkeit vom auslösenden Reiz, wird klar, dass Gefühle und Wahrnehmungen nicht ursächlich, gesetzmäßig oder zweckmäßig mit ihren Auslösern verbunden sein können, sondern Resultate einer langen und erklärbaren Kette von Wirkungen sind. Auch die obige sprachliche Beschreibung der Ereignisse im Apfel beruht auf der für den Menschen artspezifischen, strukturalistisch-phänomenalen Empfindung und symbolistischen Deutung als Resultat der biotischen Evolution und der individuellen Entwicklung. Letztlich läuft die Überlegung darauf hinaus, dass jede Wirkung von Materie auf die Materie des Organismus die "Qualia" als Wirkungen hervorrufen kann, die aber nur unter bestimmten kybernetischen Bedingungen der Signalverarbeitung im Nervensystem bewusst werden können. Der Begriff des Nervensignals ist nichts anderes als eine kybernetische Bezeichnung für eine spezifische Wirkung von Materie auf Materie auf der physikalisch-biologischen Deutungs- und Strukturebene. Dies entspricht der schon erwähnten Identitätstheorie. Die Schlussfolgerung ist, dass diese Wirkungen zumindest in den höheren Säugetieren mit einem vom Menschen kaum unterscheidbaren

Nervensystem nicht verschieden sein können.

Die Top-down-Analyse der Lebensprozesse, also das Schlussfolgern von beobachteten Phänomenen bzw. Wirkungen als Ausgangspunkt der Forschung auf zu Grunde liegende biologische Gesetze und Ursachen, wie es in vorwissenschaftlicher Zeit unumgänglich war und wie es ebenso unumgänglich Forschungsprinzip der beschreibenden Psychologie ist, verleitet zu der Annahme, dass unterschiedliche Phänomene auf unterschiedlichen Ursachen und Gesetzen beruhen müssten. Es ist das Hauptprinzip der unbelebten wie der belebten Natur, aus sehr wenigen universellen Prinzipien eine sehr große Zahl von Varianten zu erzeugen. Die Physik belegt dies ebenso wie der universell gültige Bauplan der DNA, der Bauplan des Nervensystems, die Mechanismen der Zellteilung, die Multifunktionalität vieler biochemischer Substanzen und die Strukturen der Zellmembrane mit den Mechanismen des Molekültransports und der Signaltransduktion zwischen den Kompartimenten. All diese materiellen Strukturen und Prozesse bedeuten zugleich Information sowie Informationsverarbeitung, -speicherung und -übertragung und bilden somit die biologische Grundlage des menschlichen Geistes. **Das Orchester des Lebens ist in seiner Besetzung sehr begrenzt, in seinem Repertoire aber genial kreativ**. Manches, was dem menschlichen Geist als wesentliches Phänomen erscheint wie der Geist selbst, ist aus biologischer Sicht - aus der Bottom-up-Perspektive der molekularbiologischen Hirnforschung etwa - ein Pseudophänomen, das aus kaum erkennbaren, nebensächlichen Variationen von Molekülstrukturen hervorgeht. Die Gehirne der Primaten weisen biologisch und neurologisch viel weniger Unterschiede auf, als es dem menschlichen Beobachter scheint.

Andererseits kann aus der Bottom-up-Perspektive auf Grund der biologischen Diversität und Komplexität, die sich in vielfältigen nebenläufigen Prozessen und kybernetischen Rückwirkungen manifestiert, nicht auf die wahrnehmbaren Wirkungen als Phänomene wie Geist und Seele oder Psyche geschlossen werden.

Man kann die Frage stellen, welche Wirkung die Sonne auf den menschlichen Geist und die Psyche hat. Die Frage ist aus der top-down-Perspektive psychologisch interessant und berechtigt, denn die Einflüsse der Tages- und Jahreszeiten auf Geist und Psyche sind wohlbekannt. Die Frage kann aber nichts zur Erklärung der Existenz, des Wesens und der Funktionsweise des Geistes beitragen. Die meisten solcher Fragen beziehen sich ausschließlich auf die Gegenwart und ignorieren die Ontogenese und die Phylogenese der Lebensphänomene. Das Leben und der Geist konnten sich nur unter der Gegebenheit der Sonne, der Gegebenheit chemischer Substanzen und der Gegebenheit der physikalischen Gesetze entwickeln. Die biotische Evolution ist eine Bottom-up-Komposition vom Einzeller zum Menschen. Die Ähnlichkeit zwischen den Organismen ist am größten auf den Ebenen der Zellen und der organischen Moleküle, wie das universale Vorkommen von Aminosäuren, Nukleinsäuren, Lipide und Kohlenhydraten zeigt. Viele der an zellulären Prozessen entscheidend beteiligten Proteine, wie das in allen eukaryotischen Zellen vorhandene Ubiquitin, sind hoch konserviert, d.h. sie haben sich im Verlauf der Evolution kaum verändert und sind daher in sehr vielen Spezies in identischer Form anzutreffen. Nur auf diesen physischen Grundlagen können Leben und Geist, sowie die daraus folgenden Phänomene, zusammenhängend verstanden und erklärt werden. Eine

Notwendigkeit für eine stetige Höherentwicklung gibt es nicht.

Zwei typgleiche Computer gleicher Konfiguration haben im ausgeschalteten Zustand sowohl **Funktionsidentität** als auch **Zustandsidentität**, sind in diesem Sinn also physische Doppelgänger. Schaltet man sie nacheinander ein, dann bleibt die Funktionsidentität erhalten, wogegen die Zustandsidentität verloren geht, weil der individuelle Zeitpunkt des Einschaltens irgendwo abgespeichert wird und abgefragt werden kann. Gehirne verschiedener Individuen haben, jedenfalls im Normalfall, Funktionsidentität, die naturwissenschaftlicher, kausaler Erklärung auf physikalisch-chemischer Grundlage zugänglich ist. Zustandsidentität jedoch ist nicht gegeben, weil der individuelle Zustand von der individuellen Ontogenese mit einer unbegrenzten Anzahl möglicher, molekularer Zustände und Zustandsübergängen abhängig ist. Durch intersubjektive Kommunikation des "ich bin.., ich empfinde.., ich fühle.." kann retrospektiv scheinbar Zustandsidentität hergestellt werden. Zwei Personen können sich gemeinsam über eine private Wahrnehmung, wie den Geruch einer Rose, unterhalten und glauben, denselben Bewusstseinszustand oder aber unterschiedliche Bewusstseinszustände zu haben. Wäre dies nicht möglich, dann gäbe es den sprachlichen Ausdruck "Geruch einer Rose" als Erlebnis wahrscheinlich nicht, weil er keinen Sinn hätte und niemand würde darüber reden. Trotzdem ist nicht sicher, ob der Geruch von allen Beteiligten identisch empfunden wird, denn das Geruchsvermögen kann mangels Zustandsidentität individuell verschieden sein. Das heißt, Zustandsidentität ist nicht naturwissenschaftlich erfassbar und kausal erklärbar, sondern als scheinbare Zustandsidentität ausschließlich stochastisch durch millionenfache Wiederholung der gegenseitigen

bestätigenden Mitteilung in ähnlichen Situationen und durch Verfeinerung der sprachlichen Ausdrucksformen herstellbar.

Die Qualia sind Kodierungen von Sinnesreizen an der Oberfläche des individuellen und privaten Bewusstseins und sind naturwissenschaftlich nicht logisch ableitbar, sondern sind notwendig regelmäßige, allen Menschen zukommende, aber letztlich zufällige oder willkürliche Resultate der Evolution. Ein Vergleich mit der Oberfläche von Landschaften kann es deutlich machen. Gebirgslandschaften sind durch physikalische Kräfte der Plattentektonik an Grenzflächen entstanden. Ihr Erscheinungsbild jedoch ist abhängig von vielen begleitenden Faktoren der Kräfte und wird letztlich von der Erosion, den dynamischen Wechselwirkungen der Materie an den gemeinsamen Grenzflächen, über lange Zeiträume strukturiert, geprägt und ständig verändert. Die individuellen Reliefs von Gebirgen sind daher nicht physikalisch kausal erklärbar, obwohl ausschließlich von bekannten physikalischen Kräften verursacht, jedoch von vielen sich gegenseitig beeinflussenden Wirkungen unter Einschluss von Zufälligkeiten wie Meteoriten, Erdbeben und Wettererscheinungen geformt. Mit Sicherheit kann man jedoch behaupten, dass jedes Gebirge überhaupt ein Relief hat, dass es keine Landschaft ohne Relief gibt, selbst wenn sie ganz plan wäre. Aus der Zusammensetzung und den Strukturen des Gesteins kann die Vergangenheit teilweise rekonstruiert werden, nicht aber aus dem Relief.

Erfahrung bezeichnet den kybernetischen Regelkreis eigenen Handelns und ermöglicht oder erzwingt die Korrektur unpassender oder vorwissenschaftlicher Überzeugungen. Bedingung des erlebenden Verstehens ist das Erkennen der sich wiederholenden Invarianten und ihre

Isolierung von den Varianten des Erlebens. Invariante Formen als Muster, Gestalten, Figuren, Skizzen oder Bilder sind zuverlässig und schnell wiederzuerkennen und ermöglichen die Einbettung varianter Formen, ohne die Wiedererkennbarkeit sowie das Verstehen zu verlieren. Als semiotische Zeichen und Symbole werden die Invarianten zu Objekten des Denkens, der Vorstellung und Erinnerung, sowie der Kommunikation und bilden die Klammer zwischen Natur, Bewusstsein und Kultur. Auf diese Weise wird die individuelle Erkenntnis und das Verstehen der Welt und des Lebens als Entwicklungsprozess allmählich erweitert, fortgeschrieben und sozialisiert. Die natürlichen Gegebenheiten der Welt und der biologischen Evolution prägen die Formen der menschlichen Erkenntnis- und Erlebensfähigkeiten sowie die Möglichkeiten, Regeln und Wahrscheinlichkeiten der Erkenntnis zur Strukturierung und Beschreibung der Lebenswelt. Die von den Augen wahrgenommene elektromagnetische Strahlung als Sinnesreiz ermöglicht das Erkennen der Gegenstände und das Erleben der Farben, könnte jedoch genauso als Töne im Bewusstsein erlebt werden wie umgekehrt Geräusche als Farben, so wie es bei den gelegentlich vorkommenden synästhetischen Phänomenen tatsächlich der Fall ist.

Je komplexer und je komplizierter ein System wird, desto zahlreicher und differenzierter sind die Phänomene seiner Wirkung und Funktion, desto weniger können sie als kausale und allgemeingültige Gesetzmäßigkeiten erklärt und beschrieben werden. Andererseits besteht die Faszination des menschlichen Gehirns als kompliziertestem System der Welt darin, streng logische Gedanken und eine allgemeingültige Logik als intersubjektive und interkulturelle Wissenschaft hervorbringen zu können. Dagegen wiederum ist die Frage nach der Herkunft der Erlebnisqualitäten - den Qualia - so

unergiebig wie die Frage, warum die Naturkonstanten die Werte haben, die sie haben, oder warum die Schwerkraft gerade die Wirkung hat, die sie hat. Man kann den physikalischen Phänomenen zwar Ursachen zuordnen und kann sie berechnen, aber wirklich erklären kann man ihr Sosein nicht. Die Welt ist uns nur über diejenigen Erscheinungsformen zugänglich, die letztlich in die Erscheinungsformen unseres Nervensystems als Erlebnisqualitäten unseres Bewusstseins überführbar sind. Da der Mensch das Universum nie wird von außen betrachten können, bleiben gewisse Fragen immer unbeantwortbar. Innerhalb eines geschlossenen, fensterlosen Hauses kann man nicht die Außenfassade, nicht den Standort in der Umgebung und nicht die Entstehung oder Herkunft der Rohstoffe des Hauses erkennen. Das wäre aber notwendig, um das Innere des Universums mit seinen Bestandteilen vollständig verstehen zu können. Deshalb bleiben innerhalb unseres Universums prinzipielle Erklärungs-lücken der Naturwissenschaft: das Bewusstsein kann sich nicht selbst erkennen. E**ine vollständig naturwissenschaftlich kausale Erklärung für das phänomenale Erleben der Inhalte und Zustände oder Qualitäten von Geist und Bewusstsein ist nicht möglich**, sondern nur eine naturwissenschaftliche Erklärung der physischen Funktionsweisen des Gehirns und der für das Bewusstsein zuständigen Strukturen vornehmlich der Großhirnrinde.

Für Inhalte und Zustände des Bewusstseins ist neben einer Deutung und begrifflichen Beschreibung der subjektiven Erlebensphänomene nur eine heuristische Erklärung möglich. Das bedeutet, aus der Beobachtung physiologischer Vorgänge im Gehirn kann nur auf empirischer und stochastischer Grundlage auf Vorstellungen, Gedanken, Gefühle,

Empfindungen als phänomenales Bewusstsein bzw. Erlebnisgehalte geschlossen werden. Der amerikanische Philosoph Joseph Levine (*1952) hat diese bei Philosophen nicht unumstrittene Hypothese als "explanatory gap" bezeichnet. Einen ähnlichen Gedanken zu den Inhalten des phänomenalen Bewusstsein hatte bereits der Physiologe Emil Du Bois-Reymond 1872 geäußert: "Wir wissen es nicht und wir werden es niemals wissen". Zwar sind die Grenzen der Erkenntnis seit damals verschoben, aber nicht umgestoßen worden, weil er sehr scharf die unüberbrückbare Kluft der Begrifflichkeiten zwischen Geist und Materie erkannt hatte.

Vertreter einer vollständig naturalistischen Erklärung ist der amerikanische Philosoph Fred Dretske (*1932), der ein Anhänger des Repräsentationalismus ist. Repräsentationen sind für die Kognition notwendig zur Identifizierung und Deutung der Sinneseindrücke und zur Zukunftsplanung. Es kann jedoch keine naturgesetzliche Kausalkette zwischen der molekularen Ebene des Nervensystems und der phänomenalen Ebene des Geistes, der Gedanken, Gefühle, Gerüche, Empfindungen, Wünsche, Hoffnungen, Sehnsüchte geben, weil Letztere sprachliche Bezeichnungen sind für Deutungen von subjektiv erlebten Zuständen. Die Erklärungslücke bezieht sich ausschließlich auf das konkrete Wie des Erlebens, nicht auf die Tatsache und nicht auf die physischen und selbstverständlich vorhandenen Ursachen oder Auslöser desselben. Kontakte mit der Außenwelt über Sinnesorgane sowie somatosensorische und propriozeptive Sensoren zur Wahrnehmung des aktuellen Körperzustandes haben einen beständigen Signalstrom und stark vernetzte, biologisch determinierte sowie teils erlernte Reaktionsfolgen der Innenwelt als Repräsentationen der Signalquellen und als bewusstes Erleben zur Folge.

Repräsentationen bilden bestimmte Eigenschaften eines repräsentierten Objekts auf ein repräsentierendes Objekt ab, das somit als Repräsentant oder Stellvertreter des Originals dienen kann. Kopien und Fotos sind folglich Repräsentationen per Definition. Andere übliche Repräsentationen sind Zeichnungen, Skizzen, Landkarten, Modelle und Simulatoren als repräsentierende Objekte mit repräsentierenden Inhalten. Sie sollen gleichwertige Informationen liefern und adäquate oder zweckmäßige Interaktionen mit dem repräsentierten Objekt zuverlässig möglich machen, müssen also nicht über Eigenschaften verfügen, die mit den Eigenschaften des Originals identisch sind. Über die Repräsentationen, die als Phänomene der Wahrnehmung in das Bewusstsein treten und an der Bildung mentaler Modelle teilhaben, nimmt der Mensch aktiv Bezug zur Welt, indem er danach seine Handlungen und Reaktionen ausrichtet. Eine besondere Form stellen Symbole dar als Repräsentanten von Repräsentanten, was weiter oben bereits als "unendliche Semiose" erwähnt wurde und zuallererst als Sprache zum Ausdruck kommt. Das Konzept der Repräsentationen bildet einen Dreh- und Angelpunkt in den Denkrichtungen der Kognitionswissenschaft.

Vor allem für Ausbildung und Training haben Repräsentationen große Bedeutung, aber auch schon Kleinkinder verwenden stellvertretende Objekte im Spiel. Sie gewinnen dadurch Erfahrungen und lernen den Umgang mit der Welt und mit der Sprache, indem sie verschiedene Rollen übernehmen. Lernen ist der Erwerb von typischen und objektivierten Repräsentationen der Lebenswelt. Das Vorhandensein von Repräsentationen ist noch keine Erklärung für die Entstehung von Repräsentationen, also für die subjektive Art und Weise der Transformation von

Eigenschaften. Spätere Repräsentationen können auf früheren gründen, also ein rekursiver Prozess.

Die Repräsentationen umfassen nur die Formen und die funktionalen Strukturen der repräsentierten Objekte, nicht ihre Zwecke und Bedeutungen. Diese müssen aus der gemeinsamen Erfahrung von repräsentiertem Objekt und Repräsentant erschlossen werden. Dabei spielt die verzugslose kybernetische Rückkopplung zwischen Sensorik und Motorik eine herausragende Rolle, indem die Repräsentationen dadurch dynamisch und adaptiv werden. Gesprochene Sprache wird sowohl akustisch als auch visuell durch die Lippenbewegungen und für den Sprecher selber somatosensorisch repräsentiert. Die Repräsentanten können spezifische Eigenschaften haben, die nicht dem repräsentierten Objekt zu eigen sind. Daher ist das implizit teleologische Konzept der Repräsentation nicht hinreichend zur Erklärung der Inhalte des subjektiven Empfindens und Erlebens. Das empfindende, erkennende und erlebende Subjekt muss identisch sein mit dem Repräsentant, weil andernfalls die Repräsentation nur verlagert würde von außen nach innen und eine endlose Folge von Repräsentationen zur Folge haben müsste, was dem sogenannten Homunkulus entsprechen würde.

Schließlich müssen Repräsentationen der Form und der Bedeutung miteinander verknüpft und zusammen konserviert werden als Gedächtnis. Nur vergleichsweise wenige der von den Sinnen gelieferten Repräsentationen können und müssen konserviert werden und die Intensität und somit die Dauer der Konservierung kann sehr unterschiedlich sein. Andererseits macht die Konservierung und die Präsenz von

Repräsentationen den Vergleich mit aktuellen Wahrnehmungen und damit die Identifikation und Erkenntnis von Wahrnehmungen erst möglich, denn sonst wären die Sinnesreize nur bedeutungslose Signalströme wie zufällige Buchstabenfolgen. Zusätzlich werden daraus symbolische Repräsentationen in sprachlicher Form abgeleitet und mit anderen Repräsentanten in Bedeutungsnetzen verknüpft. Somit bilden Repräsentationen die Voraussetzung und möglicherweise die funktionale Ursache überhaupt für Bewusstsein. Die ständige Präsenz von Repräsentanten, unabhängig von aktuellen sinnlichen Wahrnehmungen der Außenwelt, macht einen kontinuierlichen Bewusstseinsstrom möglich. Dazu ist anzunehmen, dass die Repräsentationen identisch sind mit den phänomenalen Inhalten des Bewusstseins.

Aktuelle und flüchtige Wahrnehmungen müssen mit den konservierten Repräsentationen vergleichbar sein und diese müssen aktualisiert werden. Das bedeutet jedoch keinesfalls, dass Bilder der Außenwelt "naturgetreu" konserviert werden, sondern eben eine evolutionär entstandene und nicht bijektive Repräsentation derselben, die obendrein einer Erosion als Vergessen unterliegt. Ein großes Problem des Repräsentationalismus ist daher die Erklärung der Datenintegrität von Erinnerungen, also die widerspruchsfreie Konservierung von veränderlichen und veränderten Formen. Man stelle sich vor, man könnte Personen nicht wiedererkennen, weil sie andere Kleidung oder andere Frisur tragen. Es ist daher zu vermuten, dass die konservierten Repräsentationen auf wenig veränderliche Formen, bzw. auf wenig veränderliche oder skizzenhafte Anteile von Formen beschränkt sein müssen. Ein Beispiel dafür sind die unveränderlichen, charakteristischen Konturen von Gesichtern. Solche

Repräsentationen können in Träumen oder Halluzinationen aktiviert werden, können inhaltlich in verschiedenen Kombinationen erscheinen und sind von sinnlichen Wahrnehmungen kaum unterscheidbar.

Besondere Aufmerksamkeit verdienen Repräsentationen von Zahlzeichen und Schriftzeichen, weil sie sehr exakt und zuverlässig sein müssen. Jedermann weiß, wie schwierig es sein kann, alte Handschriften zu lesen. Dabei spielt es keine Rolle, ob die Zeichen visuell oder akustisch wahrgenommen werden. Der Umgang mit Schriften und Zahlen erfordert die sichere Identifizierung der Zeichen, denn das gesamte menschliche Verhalten und seine Kultur sind davon abhängig. Diese Fähigkeit ist also ein besonderes und exklusives Vermögen des menschlichen Geistes und seiner neurobiologischen Gegebenheiten, die alles andere als selbstverständlich ist. Die repräsentierenden Strukturen müssen also ein hohes Auflösungsvermögen zur zuverlässigen Diskrimination von Mustern und sehr regelmäßige Transformationsmechanismen haben. Dagegen sind Gefühle, Vorstellungen, Erinnerungen und Empfindungen diffus und unbestimmt.

Repräsentationen werden von den Vermögen unserer Sinne bestimmt. Das neurologische Körperschema ist die wichtigste Repräsentation, indem sie den aktuellen Zustand des eigenen Körpers in seinen Komponenten dem Bewusstsein zugänglich macht. Die Sinnesorgane können nur bestimmte Signale aufnehmen, weiterleiten, transformieren und schließlich zu Bewusstsein bringen. Alles, was nicht solche Signale hervorbringt, bleibt uns immer verschlossen. Man kann Elektronenstrahlen auf einem Bildschirm als Bildpunkte sichtbar machen, aber man kann Elektronen nie

direkt wahrnehmen oder erleben und kann somit keine Vorstellung und keine Repräsentation von Elektronen bekommen. Elektronen sind aber entscheidende Bestandteile unseres Nervensystems als elektrische Nervensignale. Eine Schlussfolgerung ist, dass das Bewusstsein als Funktion auf das zentrale Nervensystem beschränkt ist, dass es aber Signale zugleich aus allen Körperbereichen bekommt. Wenn man gegen die Tür oder auf den Tisch klopft, dann kommen Signale nicht nur aus der Haut der Knöchel, sondern auch von den Muskeln und Gelenken des ganzen Arms und liefern eine umfassende Repräsentation des Körperzustandes als Rückkopplung.

Die Nervensignale werden von den Verästelungen der Axone an viele nachfolgenden Neurone verteilt. Repräsentanten können auf diese Weise andere Repräsentanten aktivieren. Durch die Summation der Signale verschiedener Repräsentanten können so vielfältige Assoziationen erzeugt werden. Die Ansicht einer Eisdiele assoziiert die angenehme Erinnerung an Eiscreme und die Empfindung von Hitze dazu werden miteinander verknüpft und erzeugen zusammen den Wunsch nach Eiscreme und den Gang in die Eisdiele. Redundanz und Rückkopplung infolge der umfassenden und multimodalen Sinnesnerven bilden ein eng vermaschtes Netzwerk zwischen Sensorik und Motorik des zerebralen Nervensystems. Die Muskelbewegung zum Schließen der Augen fällt mit der Dunkelheit und dem Ausfall der visuellen Wahrnehmung zusammen, so dass die Sinnesreize der Augen mit der Repräsentation der Außenwelt fest verknüpft werden. Das Gedächtnis benötigt keine eigene Substruktur des Gehirns, sondern liegt in der verteilten und parallel arbeitenden Transformationsmaschinerie verborgen. So lernt der Mensch im Verlauf der

frühkindlichen Entwicklung die Außenwelt vom Ich und dem Selbst und das Subjekt vom Objekt der Kognition zu trennen.

Man weiß, dass die Konzentration oder Produktionsrate des Hormons Oxytocin - manchmal als "Kuschelhormon" bezeichnet - bestimmend ist für die Mutter-Kind-Bindung. Man kann aber nicht sagen, dass die Konzentration von Oxytocin identisch ist mit der phänomenalen Mutterliebe oder dem Mutterinstinkt, ebenso kann man nicht erklären, wie es dieses Gefühl und diese unbewusste Verhaltensweise hervorbringt, außer dass es im Blutstrom Moleküle als physische Signale weiterleitet und die Milchdrüsen zur Abgabe der Muttermilch anregt.

Als Umgehung des Problems kommt nur eine analogische Erklärung in Betracht. Man stelle sich ein Trampolin mit einem Springer vor. Auf das Tuch wirken die Schwerkraft des Springers, die Eigenschaften des Tuches selber und die Eigenschaften der Rahmenkonstruktion mit der Verspannung. Die Verformung des Tuches als wahrnehmbares Phänomen ist von all diesen gegenseitig aufeinander wirkenden Parametern abhängig. Man sieht die Trichterform des Tuches beim Aufspringen, kann sie aber nicht aus den Parametern der Einzelteile ableiten, obwohl es ein verhältnismäßig einfaches System ist. Von den Molekülen und Fäden des Tuches kann nicht unmittelbar auf die Tuchform geschlossen werden, denn deren Einzelverhalten ist in den Eigenschaften des Tuches summarisch aggregierend versteckt. So würde die Reibung der Fäden aneinander Wärme erzeugen und dadurch wiederum das Verhalten des Tuches verändern. Selbst wenn man alle physikalischen Eigenschaften der Moleküle genau kennen würde, könnte man dennoch nicht angeben, wie

sich ihr Verhalten für das Trampolin selber "anfühlen" würde, wenn es eine Bewusstseinsfunktion hätte. Genau hier liegt also das "explanatory gap", das wir ausblenden, weil es für unsere Erfahrung und für die Verwendung des Trampolins nicht relevant ist. Man darf sich nicht davon täuschen lassen, dass beim Sprung die Tuchform, einschließlich der Krümmung und Bewegung, unserer Wahrnehmung zugänglich ist und sichtlich vom Verhalten des Springers und von der Form der Sprünge abhängig ist, so dass eine scheinbar geschlossene Kausalkette erkennbar ist. Ebenso verformen sich durch die äußere Gewichtskraft die Molekülstrukturen in den Federn der Verspannung - als äußerlich sichtbare Dehnung - und bauen dabei eine innere Kraft auf, die nachfolgend als Gegenkraft in Erscheinung tritt und auf das Tuch rückwirkt.

Würde man das Trampolin nur von unten beobachten, dann könnte man nicht entscheiden, welche Art von Gegenstand die Verformungen und inneren Spannungen des Tuches verursacht und warum die Form des Tuches sich gerade so und nicht anders ergibt. Auch würde man die Reibungswärme der Tuchfasern nicht erklären und nicht vorhersagen, sondern nur erfahrungsgemäß nachträglich fühlen oder messen können. Man kann nur aus der Physik vergleichsweise erschließen, dass Atome durch die erzwungene Bewegung im Nahbereich Energie aufnehmen und austauschen und dadurch in Schwingungen geraten, so dass die aufgenommene Energie als Infrarotstrahlung oder durch direkte Wärmeleitung an der Oberfläche des Tuches erscheint. Würde ein Metallkörper auf das Tuch auftreffen, dann könnten sich von der Metalloberfläche Elektronen lösen, auf die Moleküle des Tuches übergehen und dort chemische Reaktionen und ganze Signalkaskaden auslösen. Es

gibt physikalische Wechselwirkungen zwischen Körpern und Molekülen, die nach außen nicht direkt sichtbar oder erkennbar sind, in Zellen von Organismen und zwischen Zellen aber komplexe Signalkaskaden auslösen können. Niemand kann beschreiben oder erklären, wie sich die Spannungen, Reibungen und Bewegungen der Moleküle für das Tuch selber anfühlen, so wenig wie sich Stöße von Billardkugeln oder Wasserwellen anfühlen, obwohl es alltägliche und selbstverständliche Beobachtungen sind. Genauso wissen wir, was Gefühle oder Schmerzen auslöst und wie sie sich für uns spezifisch anfühlen, aber wir können nicht erklären, warum sie sich gerade so anfühlen und nicht anders, weil es dazu keine Vergleiche gibt.

Das bedeutet also, dass das Bewusstsein nicht auf von außen zugeführte, erlernte oder im Verlauf der Evolution entstandene, spezifische Inhalte angewiesen ist, sondern dass die Erlebnisqualitäten schon durch die Existenz und die biologischen Merkmale des Nervensystems selbst gegeben sind und im Verlauf der Evolution selektiert wurden. Sehr wahrscheinlich werden alle Bewusstseinsinhalte, also die sinnlichen Empfindungen der Außenwelt sowie auch Gedanken und Gefühle, davon bestimmt. Das heißt**, die Qualität des Erlebens ist völlig unabhängig von der Außenwelt**, nur die Stimulation oder Regulation dazu kommt über die Sinne aus der Außenwelt. Die große Frage ist dann, wodurch diese Qualitäten bewusst werden, also die Frage der Funktionsweise des Bewusstseins und die Frage der daran beteiligten Hirnstrukturen. Dazu ist eine immense Vielfalt unterschiedlicher Varianten von Strukturen bzw. Substanzen und Wechselwirkungen notwendig, um die Eindrücke ausreichend differenzieren und strukturieren und sie als Zustände über die

Zeit verfügbar halten zu können.

Solche Phänomene gehören auch zum Gegenstandsbereich der Psychologie und der Psychoanalyse nach Freud und aus demselben Grund wird diese als Wissenschaft angezweifelt. In Wirklichkeit ist es so, dass die Psychoanalyse gerade diese naturwissenschaftliche Erklärungslücke, die in der mentalen und psychischen Individualität und Privatheit erkennbar zum Ausdruck kommt, empirisch zu füllen versucht und dass gerade diese Form der Erlebnisgehalte das Menschsein definiert: wir sind Menschen, weil wir aus unserer individuellen Innensicht so empfinden, wie wir empfinden und nicht anders empfinden können. Die Lücke ist auch begründet in der freien, kontingenten und daher labilen Zuordnung von Bedeutung zu Form, von Erlebenssituation zu Erlebnisqualität, die sowohl biologisch in der Phylogenese stattgefunden hat als auch in der individuellen Ontogenese in mentaler und psychischer Zuordnung stattfindet. Der Anblick einer Schlange bekommt die Bedeutung von Gefahr mit Angst und dem Bedürfnis zur Flucht. In der Koinzidenz von physischem, psychischem und mentalem Erleben bildet sich das Bewusstsein. Das Unbewusste, oder das was man allgemein als Instinkte oder als angeboren bezeichnet, das ist die Erfahrung des eigenen Körpers, von Raum und Zeit, von Relationen zwischen Gegenständen, der Reihenfolge von Ereignissen. Solche Erfahrungen werden schon im späteren Verlauf der Embryogenese als auch in den ersten Lebensmonaten geprägt. Die individuelle genetische Ausstattung gibt dazu die Richtung und den Rahmen vor, aber nicht die inhaltlichen Details. Diese artkollektiven Prägungen mit umweltspezifischen und individuellen Nuancen begleiten den Menschen lebenslang und bestimmen Verhalten,

Charakter, Temperament. Im Verlauf des Lebens divergieren sowohl die körperlichen Zustände durch Lebensweisen und Alterungserscheinungen als auch die mentalen Zustände durch unterschiedliche Bildungswege und Lebenserfahrungen und verstärken somit die Zustandsdifferenzen zwischen den Menschen als Individualität.

Im Computer könnte durch technischen Eingriff oder einfacher durch Abschalten die ursprüngliche Zustandsidentität mehrerer Geräte wieder hergestellt werden, weil Computer nur genau bekannte Zustände und nur eine begrenzte Anzahl davon haben können. Aus offensichtlichen Gründen, sowie aus Gründen der Thermodynamik wie Irreversibilität der Entropie und der unbegrenzten Anzahl von Zuständen, ist dies für menschliche Gehirne nicht möglich. Dort spricht man dann von Störungen oder Krankheiten, wie beispielsweise Farbenblindheit, Phobien, Depressionen, Demenzen. Eine Art von Neustart findet nur in den Keimzellen statt durch die Zeugung neuen Lebens und selbst dieser Neustart ist nicht vollständig losgelöst vom individuellen Schicksal der Vorfahren.

Die Behaglichkeit eines Kachelofens im Winter ist eine bekannte und angenehme Empfindung. Sie ist die bewusste Interpretation der Wahrnehmung eines bestimmten physischen Zustandes, nämlich die körperliche Empfindung von Wärme an der Oberfläche des Kachelofens. Man kann daraufhin aus Erfahrung auf den physischen Zustand des Kachelofens selber schließen, nicht jedoch auf die realen physikalischen Vorgänge innerhalb desselben als Ursache: offenes Feuer, elektrische Heizdrähte oder Heißwasserröhren. Man kann nicht mal bestimmen, ob die

physikalische Ursache noch akut ist. Ebenso unmöglich ist die logische Schlussfolgerung von den Ursachen auf die subjektive Empfindung, denn dieselben Ursachen können genau so auch schmerzhafte Verbrennungen hervorrufen. Der Begriff Behaglichkeit beschreibt ein individuell wahrnehmbares, beschreibbares und durch Umschreibung bzw. Redundanz mitteilbares und intersubjektiv erfahrbares Phänomen; er ist unabhängig von den verursachenden, physikalischen Gegebenheiten. Die äußeren physikalischen Gegebenheiten wirken über die Sinnesorgane auf die innere Physis. Schlussfolgerungen sowohl bezüglich der Kausalität als auch der Intersubjektivität der Empfindungen - "spürst du das auch?" - sind nur aus Lebenserfahrung, also heuristisch und statistisch, möglich. Eine andere Person mit anderer Lebenserfahrung kann eine andere Erfahrung von Behaglichkeit haben, sowohl bezüglich der auslösenden Situation als auch der Empfindung.

Beim romantischen Lagerfeuer dagegen ist die Verknüpfung von Ursache und Empfindung, der Übergang vom physischen zum psychischen Zustand, erlebbar und empirisch erkennbar durch die unmittelbare, gleichzeitige Wahrnehmung der Vorgänge: im wörtlichen Sinne das, was dem Empfinden zeitlich *vorgeht*. Die Kausal- und Begriffskette für das subjektiv bewusste, phänomenale Gefühl der Behaglichkeit lautet also physikalische Heizung/Energie -> physikalische Wärme -> körperliche Empfindung von Wärme -> Erinnerungen an Erfahrungen mit Wärme -> Kombination zum Gefühl der Behaglichkeit -> Assoziationen mit Gefühlen von Lust, Freude, Zufriedenheit, Friede, Liebe. Die physikalische Wirkung wird zum Funktionszweck, wenn sie erwünscht oder absichtlich herbeigeführt ist. Für die Funktionsweise ist die physikalische Ursache

nicht relevant. Sowohl Lagerfeuer als auch Kachelofen als auch Körperwärme nahestehender Personen als physische Zustände können äquivalente Empfindungen der Behaglichkeit als psychische Zustände hervorrufen und somit denselben Zweck erfüllen - sofern man vom jeweiligen Kontext und dessen Wirkungen absieht. So bleibt noch zu ergänzen, dass die Empfindung der Behaglichkeit Ursache oder Begründung für bestimmte Handlungen sein kann, wie das Öffnen einer Weinflasche, also kein Epiphänomen darstellt, sondern durch die motorische Handlung auf Materie rückwirkt und somit kausale Bedeutung erlangt. Gerade die Empfindung von Wärme dürfte eine der bewusstseinsbildenden Urerfahrungen des Menschen sein, die nicht von ungefähr als Metapher der "sozialen Wärme" zusätzliche, phänomenale Bedeutung und allmählich ein sprachliches Eigenleben jenseits der Physik erhält, dessen Ursprung sich im historischen Dunkel verliert.

Künstlichen Robotern menschliche Gefühle bzw. Bewusstsein zuzusprechen oder ankonstruieren zu wollen, ist populärer und populistischer Unsinn. Dagegen würde es keine technischen Schwierigkeiten bereiten, ein Roboterbewusstsein zu konstruieren; es gibt bereits experimentelle Konstruktionen dazu mit verblüffend bewusstseinsähnlichen Verhaltensweisen. Grundvoraussetzung ist eine umfassende Sensorik für die umgebende Welt und den eigenen Körper und die Transformation der Signale in eine einheitliche Form. So können die Signale in einem Netzwerk miteinander verglichen und verknüpft werden. Dabei kommt es gar nicht darauf an, Bewusstsein zu haben, sondern es genügt, Bewusstsein vorzutäuschen.

Der umgekehrte Effekt jedoch ist viel wahrscheinlicher und ernsthafter: dass humanoide Roboter allein durch vorgespielte und geeignet präsentierte Mimikry und Verhaltensweisen bei ihren Arbeitgebern willkürlich oder unwillkürlich erfahrungsbedingt eingeprägte Gefühle auslösen können und dass ihre berechenbare und unproblematische Gesellschaft derjenigen von realen Mitmenschen vorgezogen wird. Hier eröffnet sich ein neues Betätigungsfeld für die kognitive Psychologie und vermutlich noch mehr für die Psychiatrie, denn zur Sucht ist es von da nicht weit, wie die Beispiele Internet-surfen und Computerspiele zeigen.

Der Mensch ist zur Erkenntnis geboren, ob er es wahr haben will oder nicht und ob es gut für ihn ist oder nicht. Das ist die zwangsläufige Konsequenz der Realität der Kognition, indem es Voraussetzung ihrer Funktionsweise ist. Von seiner Gier nach Erkenntnis, der Neu-Gier - mehr trivialer als wissenschaftlicher Erkenntnis - erzählt schon die christliche Bibel und von ihr lebten früher die Schamanen genauso wie heute die Massenmedien.

Über den Ursprung von Sprache

Sprache gilt als Produkt exklusiv des menschlichen Geistes und ist das elementare Kommunikationsmittel der Menschen untereinander und sogar des Individuums zur Autokommunikation als Denken und Kognition; das ist banal, wenn man Sprache aus der Retrospektive betrachtet. In ihren Funktionen der Sprachrezeption und der Sprachproduktion dient Sprache als passiver und aktiver Sensor der Gewinnung von Information über das soziale Umfeld. Sprachproduktion - inklusive Schrift und mediale Verbreitung - ermöglicht zudem, sowohl absichtlich als auch kontingent, die Beeinflussung, Steuerung, Veränderung der Sprache selber als Informationssensor. Damit ist die Sprache das wirksamste Teilsystem der Kybernetik des kognitiven Menschen.

Augenfällig ist, dass man bei der Untersuchung des Sprachvermögens zwischen der biologisch-anatomischen Sprachfähigkeit und der Sprache als geistig-kulturelle Institution unterscheiden muss. Mangels Fakten gibt es trotz jahrhundertelanger Bemühungen von Philosophen, Linguisten, Paläoanthropologen, Kognitionspsychologen und zeitgenössischen Neurobiologen bis heute keine allgemein anerkannte Lehrmeinung zum Usprung des Sprachvermögens, sondern eine Vielzahl von Theorien, den vielfältigen Traditionen und Bildungswegen der Forscher entsprechend, die von der natürlichen Selektion der biologischen Evolution über Spiegelneurone und die Genetik, die traditionelle Geisteswissenschaft und Metaphysik bis zu den babylonischen Legenden der Bibel reichen. Die französische société linguistique hatte 1866 die Forschung nach dem Ursprung sogar verboten mangels seriöser wissenschaftlicher

Erfolgsaussichten. Der erste bedeutende Erklärungsversuch nach Condillac und Rousseau wurde von Johann Gottfried von Herder (1744-1803) mit seiner "Abhandlung über den Ursprung der Sprache" von 1772 unternommen. In der Sprachforschung von heute gibt es im Grundsatz zwei verschiedene Theorien, eine die eine sehr späte Entstehung der Sprache vor ungefähr hunderttausend Jahren vertritt und eine, die eine frühe Entstehung, d.h. vor etwa anderthalb Jahrmillionen, vertritt. Deshalb sei es verziehen, wenn hier noch eine weitere, angesichts der evolutionären Komplexität zugegebenermaßen laienhafte oder naive Vermutung hinzugefügt wird.

Die retrospektive Sicht auf unsere Vermögen zur Kognition verleitet dazu, die Entstehung und Entwicklung der Sprache ihrem Zweck, Sinn und ihren Anwendungen und Vorteilen nachzuordnen. Aus der prospektiven Sicht des Entstehungszeitpunktes war das Endprodukt natürlich nicht absehbar und es konnte somit eine Notwendigkeit für die tatsächlich eingetretene Entwicklung des Sprachvermögens nicht geben. Ein modernes Auto hat etliche unverzichtbare und irreduzible Bauteile, die trotzdem in den ersten Autos noch nicht vorhanden waren, sondern erst im Laufe der Entwicklung des Autos und des Verkehrs neu oder als Modifizierung und Erweiterung vorhandener Bauteile hinzu kamen. Unsere Begriffe für die kognitiven Vermögen entstammen unseren Selbstdeutungen und müssen daher kritsch hinterfragt werden. Die Konsequenz ist, dass die Untersuchung der Sprachevolution sich lösen muss von der technologischen Sicht, wonach die Funktionsweise, der Funktionszweck und die Struktur des Sprachapparats von der Anwendung und der Spracherscheinung her gesehen und analysiert wird. Statt dessen muss davon ausgegangen

werden, dass die Entstehung und frühe Entwicklung der Sprache unabhängig war von der später aus der Selektion hervorgegangenen Zweckmäßigkeit, die dann ihrerseits die spätere Entwicklung bestimmte. Schon Leibniz meinte, dass die ursprünglichen Laute Ausdruck emotionaler Zustände waren und dass sich daraus die Sprache entwickelt hat. Die jüngere Sprachforschung konzentriert sich zusehends auf die Kombination der biologischen Evolution der anatomischen und der neuralen Strukturen mit der Evolution der phonologisch-semiotischen und neuro-psychologischen Sprachrezeption und Sprachproduktion. Das logische Denken hat über die beobachtete und erkennbare Logik der Außenwelt und die Logik des Organismus als gegebene Voraussetzungen sodann Eingang gefunden in die Logik der Sprache.

Um das Resultat der Vermutung für die Sprachentstehung wiederum vorwegzunehmen: die neurologische Fähigkeit zur Sprache ist analog der Fähigkeit strukturierte Werkzeuge herzustellen, also komplexe Handlungs- und Bewegungsfolgen zu planen. Diese Fähigkeit hat vor etwa zwei oder drei Millionen Jahren mit primitiven Steinwerkzeugen begonnen. Jüngste Funde von bearbeiteten Faustkeilen werden auf 1,8 millionen Jahre geschätzt. Beides - Sprachfähigkeit und Werkzeugherstellung - setzt die Fähigkeit zur **strukturierten Verarbeitung der Wahrnehmungen** voraus, also die Erkennung nicht nur von visuellen Bildpunkten, die sogenannten Pixel, bzw. von auditiven Sprachlauten, sondern von zusammengesetzten Gegenständen und Ereignisfolgen bzw. von zusammengesetzten Lautfolgen. Der entscheidende Punkt der Überlegung ist, dass beide Entwicklungen dieselbe Wurzel haben, während die Idee der Korrespondenz von Motorik und Sprache nicht ganz neu, aber auch nicht

dasselbe und immer noch umstritten ist. Die Entdeckung der Spiegelneurone im prämotorischen Kortex hat Erkenntnisse gebracht, die diesen Zusammenhang zu bestätigen scheinen, indem die Spiegelneurone mit dem motorischen Sprachzentrum, dem Broca-Areal, anatomisch zusammenhängen (Marc Jeannerod, 1935-2011). Wie Jeannerod und andere Neurowissenschaftler in Experimenten festgestellt haben, werden bei Ausführung und bei bloßer Vorstellung von einfachen Handlungsvorgängen dieselben prämotorischen, unbewussten Hirnbereiche aktiviert. Was für die Herstellung von Werkzeugen als selbstverständlich anerkannt ist, soll für die Herstellung von Sprache ungültig sein? Ist die Erzeugung sprachlicher Konstrukte - eingeschlossen die Schaffung von Gesang und Musik - etwas anderes als die Montage eines Speeres, eines Computers oder eines Raumschiffes, oder auch das Dirigieren eines Orchesters wie auch das Spielen eines Musikinstrumentes? In allen Fällen geht es um die Erkennung und die Transformation und Kodierung von Strukturen der äußeren Welt in Strukturen der inneren Welt, d.h. um die Zusammensetzung von sensorischen Einzelteilen oder Elementen zu einem Muster und zu einem funktionierenden Ganzen der Vorstellung. Solche Überlegungen wurden von dem Philosophen und Psychologen Christian von Ehrenfels bereits 1890 veröffentlicht und lieferten die Grundlagen für die spätere Gestaltpsychologie.

Die Konsequenz daraus, bzw. die Voraussetzung von Sprache, ist das Vorhandensein geeigneter neurologischer Strukturen, auf denen sowohl die Fähigkeit zur Planung komplexer Werkzeuge als auch zur Bildung von Sprache gründet. Dabei handelt es sich um "natürliche Strukturen" wie rekursive Hierarchien oder Baumstrukturen, in denen prinzipiell Gleiches

mit oder ohne Variation fortschreitend wiederholt wird, wie die logische Struktur der DNA oder wie die Zellteilungen zum Aufbau von Organen und Organismen. Schließlich ist auf eine für den Menschen charakteristische Fähigkeit hinzuweisen: die Erkenntnis von Raum und Zeit, nicht nur als Kategorie synthetischer Erkenntnis a priori, sondern insbesondere die Erkenntnis ihrer Strukturierung in Tage und Jahre bzw. nah und fern, oben und unten, groß und klein.

Die Verbindung zu der oben schon erwähnten "gestaffelten Kodierung" der Wahrnehmungen im neuralen Apparat ist offensichtlich. Spezielle zerebrale Strukturen für Sprache oder Sprachorgane wie das von Noam Chomsky (*1928) propagierte "language acquisition device" mit einer universellen, angeborenen Grammatik sind daher nicht erforderlich und sind bisher auch nicht gefunden, auch wenn bestimmte Lokalisationen des Gehirns für Teilfunktionen von Sprache reserviert sind. In eine ganz ähnliche Richtung zielt die Theorie des Linguisten Derek Bickerton (*1926), der ausgehend von der Analyse von Kreolsprachen zu der Schlussfolgerung gelangt, dass die Formung menschlicher Sprachen spezielle biologische Wurzeln haben müsse. Ein Argument dagegen ist, dass sprachliche Funktionen bei Ausfall eben dieser linkshemisphärischen Module unter gewissen Bedingungen durch die rechte Hemisphäre ersetzt werden können. Es gibt Berichte einzelner Menschen mit nur einer rechten Hirnhälfte, die ein fast vollständiges Sprachvermögen besitzen. Ein spezifisches Organ oder eine solche Struktur würde der Evolution mit Selektion unterliegen, so dass verschiedene erkennbare Varianten zu erwarten wären. Speziallösungen a priori widersprechen den Grundprinzipien der Evolution, worauf schon William James hingewiesen hat, daher ist am wahrscheinlichsten, dass es

universelle neurale Strukturen gibt, die für Sprache genauso geeignet sind wie für andere strukturierende, einer Grammatik ähnliche Tätigkeiten.

Wenn die Überlegung stimmt, dann ist eine im wesentlichen parallele Entwicklung der motorisch-konstruktiven Fähigkeiten wie zeichnen, malen und basteln und der sprachlichen Fähigkeiten im Verlauf der phylogenetischen Evolution wie ebenso in der Ontogenese beim Kleinkind zu erwarten. Ebenfalls ist zu erwarten, dass die neuralen Strukturen zur Transformation der Wahrnehmungen genetisch bestimmt sind, insofern also auch angeboren sind, so dass genetische Defekte indirekt Störungen der Sprachfähigkeit und analoge Störungen kognitiv-motorischer Funktionen als Folge der gestörten mentalen Vorstellung nach sich ziehen können. Dass die Sprachfähigkeit sowohl eine biologische Komponente in Form der zerebralen Strukturen und ihrer physiologischen Prozesse, als auch eine kulturelle Komponente in Form der individuellen und erlernbaren Sprache hat, erleichtert nicht gerade die Analyse des Spracherwerbs und die Bestimmung des Sprachursprungs. Gerade diese Kombination aus festem Gerüst und plastischer Auskleidung ist die Bedingung der flexiblen Anpassung des Menschen an die Umwelt und damit die Grundlage für die erstaunlich schnelle Ausbreitung bis in den letzten Winkel des Planeten, noch bevor es Fahrzeuge gab. Aus der Gegensicht ist die schnelle Ausbreitung einer ursprünglich homogenen Population der Grund für die weltweit gleichartige Sprachausstattung des Menschen, womit zu ihrer Erklärung metaphysische Spekulationen unnötig sind.

Überdies ist die Evolution der Sprachfähigkeit notwendig durch die Koevolution der anatomisch bestimmten Differenziertheit von Hören und

Sprechen geprägt, die ihrerseits wiederum von der natürlichen Selektion durch reichhaltigere Kommunikationsmöglichkeiten, insbesondere zur Nahrungsbeschaffung und Fortpflanzung ("je t'aime"), gefördert wird - allerdings erst nachdem sie dafür genutzt wurde, nicht a priori - und mit einer stärkeren Vernetzung, notwendig mit zirkulären Wegen als vermaschtes Netzwerk, bzw. einer Vergrößerung des Gehirns, einhergeht. Parallel dazu muss sich das für die Sprachfähigkeit notwendige dynamische Gedächtnis im Zusammenhang mit der Vernetzung herausgebildet haben. Eine Vermaschung der Strukturen kann sich aus der Serialisierung der hierarchischen Strukturen ergeben, indem die "Blätter" der Struktur - die Endknoten der Hierarchie - miteinander als Kette verknüpft werden, so dass die Einzelhandlungen einer komplexen Handlung nacheinander effizient ausgeführt werden können.

Was allerdings den "zerebralen Ringschluss" zur **inneren Wahrnehmung**, damit den Quantensprung zum Denken und zum Bewusstsein und gemeinsam damit zur grammatikalischen Sprache, bewirkt hat, das ist bisher nicht bekannt. Man kann annehmen, dass am Anfang des Sprachdenkens das Identifizieren, Imitieren und Interpretieren der vielfältigen Stimmen der Natur einschließlich der Mitmenschen stand und dass ein Zufall der Evolution, vielleicht eine nebensächliche Variation oder epigenetische Prozesse in Folge des aufrechten Ganges, die Reflexion dieses Tuns als Aufspaltung von Form und Bedeutung der wahrgenommenen Zeichen und die differenzierende Erkenntnis der Formen zum Überlebensvorteil im struggle for life beförderte. Als Formen sind hier die von den Sinnesorganen gelieferten Muster der Signalströme gemeint. Aus neurophysiologischen Experimenten ist bekannt, dass

optische Wahrnehmungen erst bewusst werden, wenn sie vom frontalen Cortex, wo Bewusstsein und Bedeutung entstehen, zusätzlich zu den Signalen von den Augen den primären visuellen Cortex erreicht haben, der für die Analyse von Formen zuständig ist. Das Erkennen einfacher Formen ermöglicht die Zusammensetzung und die Zerlegung komplexer Formen und Strukturen und liefert so die Bedingungen für die Grammatik der Sprache und des Denkens, für die Montage komplexer Werkzeuge und für kreative und gestaltende Tätigkeiten wie Malerei und Kunsthandwerk, sowie auch für forschende Tätigkeiten und letztlich für die Möglichkeiten der Kryptographie. Noch deutlicher kommt die freie Zuordnung von Bedeutung bei Kindern zum Ausdruck, wenn sie sich von Märchengeschichten faszinieren lassen und wenn sie mit Sachen spielen, die sie stellvertretend für beliebige Figuren der Wirklickeit verwenden. Damit sind Grundlagen geschaffen für die Verknüpfung der bedürfnisgetriebenen, der emotionsgetriebenen, der gestaltenden und der forschenden Tätigkeiten zum kognitiven Verhalten mit dem Resultat von Kultur.

Die Buchstaben der Schrift wie die Phoneme der Sprache als Elemente der Sprache tragen noch keine eigene Bedeutung, sondern erst die geschriebenen und gesprochenen Wörter und Sätze als Konstruktionen mit Struktur. Die Sprache, das heißt genauer das Lernen als die Zuordnung von Bedeutung zu Form, oder Inhalt zu Ausdruck, ist insofern plastisch, als die Gebrauchsweisen der Sprachelemente nicht unveränderlich sind, sondern in dynamischer Wechselwirkung mit der Lebenswelt stehen. Am deutlichsten drückt sich die Trennung von Form und Bedeutung und ihre bewusste Zuordnung im Erkennen photographischer Abbildungen, in der

Malerei und in der Möglichkeit und Fähigkeit zur abstrakten Kunst aus. Die **Bewusstheit der Form** ist Bedingung für Kodierung und Semiose, für Syntax und Grammatik zur Expression und Impression von Gedanken mittels Sprache, ein wesentliches Unterscheidungsmerkmal zwischen Mensch und Tier. Schimpansen benutzen zwar einfache Werkzeuge für ganz bestimmte praktische Zwecke und können in Lernexperimenten einfache Symbole mit Bedeutungen verknüpfen, aber nicht so willkürlich, zweckfremd und konstruktiv wie Menschen es tun. Mit ziemlicher Sicherheit ist davon auszugehen, dass Sprache nicht isoliert entstanden ist, sondern im engen Zusammenhang, in Form wechselseitiger Förderung, mit anderen kognitiven Funktionen wie Wahrnehmung, Gedächtnis, Denken, Bewusstsein. Schon Herder sah eine unmittelbare und ursprüngliche Verbindung von Sprache und Denken und bezeichnet sie als *Besonnenheit*. Die Fähigkeit zur Sprache ist nicht ein Produkt des Geistes, sondern ein Anteil seiner Funktionsweise. Ist die Bewusstheit der Form der Kern des Bewusstseins, wenn Sprache ihrerseits Bewusstsein voraussetzt und das Reservoir der sprachlichen Formen sogar als Widerspiegelung des kollektiven Bewusstseins einer Sprachgemeinschaft gesehen werden kann?

Die Kontingenz der mit Lernprozessen verbundenen Assoziation von Bedeutung zu Form hat weitreichende Konsequenzen für das Menschsein. Unausweichlich sind damit Zuordnungen verbunden, die für das individuelle Leben und für das Zusammenleben der Individuen manchmal besser, manchmal schlechter geeignet sind. In Verbindung mit der Sprache ermöglicht und erfordert deren Abstraktheit zudem Deutungen der Welt, losgelöst von unmittelbaren Wahrnehmungen und Erfahrungen, somit

Deutungen von Deutungen. Die Folgen solcher Deutungsketten liegen auf der Hand: Phantasie, Kreativität, kulturelle Vielfalt, aber auch Angst und Stress, mentale und psychische Differenzen mit Konflikten und Störungen im Verlauf des Lebens. Psychoanalyse ist im wesentlichen die Analyse der kollektiven und der individuellen Assoziationen von Formen und Bedeutungen, sowie ihrer Beziehungen zueinander als verhaltens- und gefühlsbestimmende Weltbilder und Lebenseinstellungen. Im Umkehrschluss wird verständlich, warum wahrnehmungs- und erfahrungsbezogene Therapien mit wenig Deutungsspielraum, sei es mit Tieren oder mit Musik, so effektiv sind, oder warum manche Menschen "aussteigen", aus der Kultur in die Natur, um seelische Zufriedenheit zu finden. Ebenso vielsagend ist die Zunahme von Aggressivität, Gewalt, bis hin zu Amokläufen und Terrorakten als Fehldeutungen des Weltgeschehens.

Mit Sicherheit ist das strukturierte Hören dem Sprechen vorausgegangen, weil es für das Überleben entscheidend war und weil Quellen für Umweltgeräusche schon vor Entstehung des Lebens vorhanden waren, so dass Hören auch ohne Fähigkeit zu sprechen sinnvoll ist. Umgekehrt setzt die Fähigkeit zu sprechen das Hörvermögen oder eine äquivalente Sensorik zur kybernetischen Kontrolle des Sprechakts voraus. Nicht zuletzt ist auf die Koinzidenz von visuellen und auditiven Eindrücken hinzuweisen, die sowohl Assoziationen als auch Konditionierungen auf dem Weg zur Erkenntnis bewirken. Würde man bei Kleinkindern Schriftzeichen so deutlich erkennbar in den visuellen Signalstrom einstreuen, wie dies Sprachlaute im akustischen Signalstrom sind, dann müssten Kleinkinder fast genauso früh lesen wie sprechen können. Insgesamt darf man wohl

annehmen, dass die wechselseitigen Stimulationen der zahlreichen einzelnen Komponenten mit Verschränkungen und Rückkopplungen verbunden waren, die zu einem gegebenen Zeitpunkt vom Zustand der Gebärden- und rudimentären Lautkommunikation eine Entwicklungslawine in Richtung differenzierterer Sprachmöglichkeiten ausgelöst haben. Denken ist zwar ohne Sprache möglich, auf der Grundlage der vorhandenen sinnlichen Erfahrungen und Erinnerungen, aber die Sprache erweitert die Denkmöglichkeiten ganz beträchtlich. Durch die sprachliche Kommunikation mit den Mitmenschen ist die Übernahme von Erfahrungen der Vorfahren und ihre Akkumulation möglich. Die kombinatorische Unbegrenztheit der Sprache ermöglicht zudem die Bildung und Bezeichnung von aggregierten Universalien und abstrakten Entitäten, also von Begriffen, die nicht unmittelbar an individuelle Vorstellungen gebunden sind.

Jede lautliche und gestische Äußerung bedeutet eine Form von Kommunikation als kybernetischen Prozess, wobei unterschieden werden muss zwischen einer spontanen und zweckfreien - als Ausdruck von Gefühlen wie Angst - und einer willentlichen und zweckgebundenen Kommunikation. Möglicherweise stand am Anfang aller Kommunikations-zwecke die Erzeugung und Nachahmung von Geräuschen aus der Tierwelt zur Förderung des Jagdglücks. Wichtig sind dabei äußere Umstände, allen voran der aufrechte Gang mit der damit verbundenen Revolution der Bewegungsmöglichkeiten und der anatomischen und neurologischen Strukturen: Bewegung z.B. um die eigene Drehachse mit Rundumsicht und Selbstwahrnehmung der meisten Körperteile sowie die Verfügbarkeit der nun frei gewordenen, vielfältig beweglichen und jederzeit sichtbaren Finger,

so dass der kybernetische Wirkungskreis geschlossen wurde, der uns durch die damit verbundene Selbstkontrolle erst die Herstellung von Werkzeugen, später Handwerk, Instrumentalmusik, Jongleurskunst, Chirurgie und viele andere Fingerfertigkeiten ermöglicht hat. Auf diese Zusammenhänge hatte bereits Darwin hingewiesen. Jean Piaget bezeichnete sie als Zirkulärreaktion, ein deutlicher Hinweis auf den kybernetischen Charakter. Gerade die Differenziertheit der Finger-bewegungen muss die Differenzierung der damit verbundenen Motorik befördert haben und in Folge davon auch die Differenziertheit der Wahrnehmung. Vielleicht haben sich aus den Zeigebewegungen der Finger in Verbindung mit Sprachlauten zunächst einsilbige Wörter wie "hier" und "da" entwickelt. Wenn tatsächlich die Handmotorik mit der Sprachmotorik physiologisch verknüpft ist, dann ist damit unausweichlich eine zunehmende Differenziertheit der Sprache verbunden. Mit hoher Wahrscheinlichkeit liegt der Schlüssel zum Menschsein mit Geist und Bewusstsein in der kybernetischen Reorganisation durch die umfassende Beobachtung und verzugslose Korrektur und Anpassung des eigenen Verhaltens an Absichten. Die erste bewusste Erkenntnis des Frühmenschen wie des Kleinkinds, den eigenen Körper und die Welt mit den Händen und mit handgefertigten Werkzeugen begreifen und manipulieren zu können, ein Macher zu sein anstatt eine der Natur völlig ausgelieferte Kreatur, muss einen ungeheuren zerebralen und kognitiven Entwicklungsschub hin zum Homo sapiens ausgelöst haben.

Nebenbei sei angemerkt, dass die erschöpfende Nutzung der Bewegungsfreiheiten, in Folge des aufrechten Ganges und der Freiheiten von Händen und Fingern, im Zusammenspiel mit den Notwendigkeiten und

Zwängen des Lebens ein Bewusstsein geradezu erfordert; ein bisher kaum erforschter Zusammenhang. Notwendig verbunden damit ist die Förderung und Verfeinerung neurologischer Substrukturen durch die evolutionäre Selektion. Bemerkenswert ist noch heute die enge Kombination von Sprache und Gestik, weshalb nicht unmöglich ist, dass Sprache als "Begleitmusik" zur Motorik und zur Emotionalität, damit gleichzeitig auch als Werkzeug des Denkens entstanden ist und erst später die Sprache sich verselbständigt und die Dominanz erobert hat. Ein Bündel solcher Umstände muss dazu geführt haben, dass die zunächst vorhandenen Kognitions- und Kommunikationsmöglichkeiten von erweiterten Fähigkeiten überlagert wurden, die dann ihrerseits, möglicherweise durch Verhaltensänderungen als evolutionäre Präadaption oder Exaptation, zum Überleben notwendig oder vorteilhaft und dadurch erst Gegenstand der Selektion wurden, somit dann eine gerichtete Evolution erzwungen wurde, in deren Verlauf die sprachliche Kommunikation zum kulturellen Selbstzweck in der Gemeinschaft wurde. So schrieb bereits Schopenhauer von der "Überwucherung der Mittel über den Zweck" und meinte dabei Analoges über die Entwicklung des Denkens. Das heißt, dass das Denken zunächst ein Mittel zum Zweck und im Verlauf der Evolution zum Selbstzweck wurde. Generell muss man sicher davon ausgehen, dass das Bewusstsein älter ist als jede Sprache und dass Bewusstsein und Denken ohne verbale Sprache möglich ist, dass die Fähigkeit zur Sprache jedoch das Bewusstsein beträchtlich bereichert hat, so wie nicht jedes Teil eines Autos notwendig ist für seine Funktion, aber die Bedienung, die Sicherheit und den Komfort drastisch verbessern kann. Ebenso ist anzunehmen, dass das Bewusstsein kein monolithischer Klotz ist, wie es uns heute erscheinen

mag, weil wir uns nicht vorstellen können, auf Teilfunktionen des Bewusstseins verzichten zu können. Zeichen sind die Elemente sowohl von Bewusstsein und Denken als auch von jeder Form von Sprache. Daher muss es möglich sein und ist Gegenstand der psycholinguistischen Forschung, von den Eigenheiten von Sprache und Verhalten durch gezielte Experimente und durch Beobachtung und Analyse von Störungen auf Eigenheiten und Funktionen neuraler Strukturen zu schließen.

Im Hinblick auf die für Sprachproduktion und Sprachrezeption notwendigen anatomischen Veränderungen gegenüber den Vorfahren des Menschen hat diese Entwicklung in einer unglaublich kurzen Zeitspanne stattgefunden. Man muss annehmen, dass die Sprachevolution nicht gleichmäßig kontinuierlich, sondern in wechselseitiger Abhängigkeit von anatomischen und von sozialen Entwicklungsschüben ebenfalls in Schüben vonstatten ging, genauso wie die biologische Evolution allgemein. Man kann sich eine Gruppe Radfahrer vorstellen, die abwechselnd einen aus der Gruppe durch anschieben beschleunigen und nach vorne befördern. Neueste Funde und Überlegungen der Paläoanthropologie zu Beginn dieses Milleniums lassen darauf schließen, dass die anatomischen Veränderungen zur Sprachfähigkeit schon vor etwa 1,5 Millionen Jahren begonnen haben. Neueste Funde von 600.000 Jahre alten Menschenknochen in einer Höhle in Spanien und folgende Untersuchungen haben gezeigt, dass diese Menschen bereits dieselben Hörfähigkeiten gehabt haben mussten wie Homo sapiens heute. Die Sprachfähigkeit allein ist nicht ausreichend, die Entstehung der Sprache zu erklären. Notwendig ist zusätzlich ein Antrieb zur Anwendung und gezielten Nutzung der Sprachfähigkeit. Dafür kommt eigentlich nur ein natürlicher

Antrieb in Frage: der Sexualtrieb. Nachdem die Frau ganzjährig empfängnisbereit wurde mit verdecktem Eisprung, die Empfängnisbereitschaft also nicht mehr visuell oder olfaktorisch erkennbar war, konnte nur mittels der Sprache eine Paarung vorbereitet, angebahnt und stimuliert werden. Eine Motivation für Sprache, die sich bis heute nicht geändert hat.

Mit vielen raffinierten Experimenten werden in der Psycholinguistik, in der Entwicklungspsychologie und in der Neurobiologie sowohl der Spracherwerb und die Sprachfähigkeit als auch die Sprachevolution in Details erforscht. Die Analyse der Sprachentwicklung aus der Retrospektive provoziert bei monodisziplinärer Ausrichtung grundlegende Irrtümer (s.o. das Henne-Ei-Dilemma). Bei manchen Forschungsaktivitäten wird augenscheinlich vergessen, dass die Frühmenschen selber Tiere waren mit arteigenen Lauten, die ohne Nachahmung und Lernmöglichkeit die Sprache erst erfinden mussten, während heute in Experimenten versucht wird, Primaten die vorhandene menschliche Sprache durch Nachahmung beizubringen, um ihre Sprachfähigkeit im Vergleich zum Menschen zu testen. Erkenntnisse erhofft man sich ebenso von sprachlosen, sogenannten "wilden Kindern", die im Hinblick auf ihr Verhalten zum Spracherwerb untersucht werden. Ohne Erwachsenensprache keine Kindersprache und umgekehrt ohne Kindersprache keine Erwachsenensprache. Deshalb liegt der Gedanke nahe, dass der kindliche Spracherwerb symptomatisch ist für die Entwicklung der prototypischen Sprache in der Menschheitsgeschichte. Das würde nahelegen, dass es in allen Sprachen neben den Unterschieden auch gemeinsame elementare Muster geben müsste.

Der in eine Gesellschaft eingebundene Mensch von heute kann nicht mehr hinter die Sprache zurück gehen. Das Verstehen der Muttersprache wird individuell und kulturell ererbt und damit wird unvermeidbar ein Verständnis und eine Vorstellung von der Welt ererbt, unabhängig von ihrer Richtigkeit und Wahrheit. Unumstößliche Tatsache ist, dass alle Menschen im Normalfall über die gleiche biologische und intellektuelle Sprachfähigkeit verfügen, so oder so das Resultat einer in einem frühen, bereits vor der Eroberung der Welt beginnenden Stadium einsetzenden und nie vollendeten Evolution und keinesfalls göttlichen Ursprungs oder originäre Eigenschaft des Geistes. Die Korrelation psychischer und sprachlicher Störungen mit lokalisierbaren Defekten des Gehirns liefert objektive und eindrucksvolle Hinweise auf die unmittelbare Verknüpfung von Gehirn, Geist und Sprache. So hat die Entdeckung der Spiegelneurone am Ende des 20. Jahrhunderts und ihre Erforschung gezeigt, dass deren Lokalität im Gehirn sich mit dem Brocaareal, das motorische Sprachzentrum, überlappt. Erst in den letzten Jahren wurde entdeckt, dass das Brocaareal zusätzlich für Planung und Koordination der Handmotorik zuständig ist, so dass sich die oben genannte "Sprachtheorie" zu bestätigen scheint.

Um das Jahr 1990 wurde in London eine Familie mit spezifischen Sprachstörungen über Generationen hinweg gefunden. Durch genetische Forschungen konnte ein Gen mit dem Namen FOXP2 auf Chromosom 7 gefunden und isoliert werden, das eine bestimmte Abweichung zu gesunden Personen, eine Punktmutation in einem einzigen Nukleotid, aufwies. Das Human-Genom-Projekt bot dafür unschätzbare Grundlagen. Zwischenzeitlich (2001) wurde entdeckt, dass dieses Gen für einen Transkriptionsfaktor kodiert, also die Expression eines Bündels anderer

Gene steuert, was zu verschiedenen Symptomen der Störung führt. Es ist hoch konserviert, d.h. dass es in vielen Tierarten wie Vögeln und Säugetieren fast unverändert vorhanden ist. Bei 715 Aminosäuren unterscheidet sich dieses Gen zwischen Maus und Schimpanse in nur einer einzigen Aminosäure, zwischen Schimpanse und Mensch in nur zweien. Experimente an Mäusen haben gezeigt, dass das Abschalten des Gens Störungen in der embryonalen Entwicklung des Gehirns zur Folge hat und dass ein Gentransfer des menschlichen Gens veränderte Lautmuster zeigt. Genetiker vermuten, dass die entscheidenden Mutationen zugunsten des menschlichen Gens sich vor weit mehr als 200.000 Jahren verbreitet hatten. Nach neuesten Erkenntnissen besaßen auch die Neanderthaler schon die menschliche Form dieses Gens. Vermutlich ist es als einer der vielen, für die Sprachfähigkeit notwendigen, neurologischen und anatomischen Bausteine für Fähigkeiten und Prozesse des Sprachlernens zuständig. Seine exakten biologischen Funktionen sind noch nicht bekannt.

Sprache dient oberflächlich dem Austausch von Informationen zwischen Individuen, aber aus ethologischer Perspektive haben die Signale Wirkungen, die das gesamte psychische und mentale Verhaltensspektrum des Empfängers und des Senders gleichermaßen beeinflussen und über die Sprechakttheorie (J.L.Austin 1955, J.Searle 1969) noch weit hinausgehen: vom sinnfreien Entertainment über soziale Koordination und sexuelle Stimulation bis zum Totschlag wegen verbaler Provokation. Sprache erweitert den "sozialen Kitt" der durch Instinkte geleiteten Tierwelt zum dehnbaren sozialen Band mit der Folge der heutigen globalen Kultur: der Hilfsprojekte wie gleichermaßen des Terrors. Sprache ist

Ausdrucksmittel für Gefühle, Empfindungen, Aggressionen, Hoffnungen u.a., unabhängig von der Anwesenheit eines Zuhörers oder gar eines Kommunikationspartners. Ihr Hauptzweck ist nicht eigentlich die Beschreibung und Repräsentation der Wirklichkeit, als vielmehr die Assimilation der Lebenswelt, d.h. die Einwirkung auf diese zur Verbesserung der eigenen Lebensbedingungen. Erst aus diesem Zweck ergibt sich zwangsläufig die Funktion der Kommunikation, die angesichts der Bevölkerungsdichte heute zum notwendigen sozialen Werkzeug und zum Selbstzweck geworden ist. Der Mensch von heute ist nicht mehr Subjekt der Sprache, sondern ihr Objekt. Selbstmordattentate sind ebenso wie die Todesstrafe die "ultima irratio" als sinnloses Finale des kommunikationswilligen Individuums. Die Selektion als Komponente der Evolution wird künftig vermutlich nicht mehr an der Sprachfähigkeit, sondern an der Sprachrezeption angreifen. Täter wie Opfer können sich nicht mehr reproduzieren, wenn bedrohliche Nachrichten missachtet, falsch gedeutet oder gar nicht empfangen werden.

Gedanken zur Ethik

Da der Kern der Kognitiven Kybernetik die Bestimmung und Erreichung von Zielen ist, gehören Überlegungen zur moralischen Zulässigkeit oder zu Nutzen und Kosten der Ziele in Hinblick auf die Ethik auch in den Rahmen der Kognitiven Kybernetik und der Soziokybernetik. Es ist unvermeidbar, dass die Ethik der Ziele mit der Ethik der daraus notwendig folgenden kybernetischen Aktivitäten in Zusammenhang steht und zu prüfen ist. Hinzu kommt die Notwendigkeit der Kontrolle der Handlungsfolgen auf ethische Verträglichkeit im Rahmen der kybernetischen Rückkopplung. Die Intelligenz ist das Vermögen, das den Menschen zu moralischem genauso wie zu vernünftigem Urteilen und Handeln befähigt. Intelligenz bedeutet hier in erster Linie das Erkennen und das Wissen um die Bedingungen, Wirkungen und Folgen des Handelns. Ethisches Handeln kann nicht losgelöst vom ökonomischen, kulturellen und sozialen Handeln gesehen werden, sondern ist in aller Regel damit verschränkt, nicht selten mit fließenden Übergängen. In der modernen Zeit, die gekennzeichnet ist durch Institutionen und Organisationen, deren Aktivitäten globale Auswirkungen haben, ist die ethische Verantwortlichkeit ein besonderer Aspekt. Das vorliegende Ethikmodell ist als naturalistisch begründete, "materiale Wertethik" zu bezeichnen, wie sie ähnlich bereits von Max Scheler (1874-1928) und anderen Philosophen entwickelt und beschrieben worden ist.

Die Notwendigkeit ethischer Prinzipien ergibt sich aus der Notwendigkeit des verträglichen Zusammenlebens mit den Mitmenschen. Schon als Kind erfährt man die Abhängigkeit von seiner Mitwelt in Person der Eltern und

man erfährt die Bedingungen des Miteinanderlebens. Aus der subjektiven Erfahrung erwachsen später Einsicht und Vernunft in das gegenseitige Geben und Nehmen von Zuneigung, Sympathie und Vertrauen und ihre Bedeutung für das eigene Lebensgefühl. Ebenso erfährt man die Bedeutung, den Nutzen und somit den subjektiven Wert all der Dinge und der Ideen, die für die Lebensbewältigung, für die Lebensgestaltung und für das Lebensgefühl notwendig sind oder sonstwie eine Rolle spielen. Ethisches Verhalten erweist sich in Toleranz, Respekt oder Beschützung der Werte anderer Menschen. Aus dem Eigentum, der Verfügbarkeit, dem Gebrauch, der Bewirtschaftung und dem Verbrauch der begrenzten oder knappen, für das Leben notwendigen oder bedeutsamen, persönlichen und außerpersönlichen Ressourcen und der gemeinsamen und konkurrierenden Verfügung über die gemeinsam zu erhaltenden Ressourcen, wie Atmosphäre, Landschaft, Infrastruktur, Tier- und Pflanzenwelt, ergibt sich die Notwendigkeit von Regeln für die Gemeinschaft. Daraus resultieren drei sich ergänzende und für das menschliche Handeln relevante Sphären der Motivation: die subjektive Vernunft, die staatlichen Gesetze und Vorschriften, die kulturellen und sozialen Konventionen. Die Erziehung und die öffentliche Kommunikation vermitteln zwischen den Subjekten und den Inhalten der Sphären.

Grundlage ethischen Handelns und Verhaltens ist ein gemeinsamer Wertekatalog, dessen primäre Quellen im Leben selbst als subjektive Vorstellung vom guten Leben mit Erfahrungen, Wünschen und Bedürfnissen und in der Lebenswelt liegen als Notwendigkeiten, Bedingungen und Möglichkeiten in der Verfügbarkeit und Nutzung der Ressourcen. Ebenso zählt die Abwesenheit und Vermeidung von

Negativwerten wie Leiden, Stress, Aggression, Unglück oder Ungerechtigkeit, die oftmals leichter erkennbar und bestimmbar sind als die entsprechenden Positivwerte, zum Wertekatalog. Die lange Geschichte aller Arten von Verbrechen an der Menschlichkeit ist als eine von den Vorfahren ererbte und einsichtige Begründung der Notwendigkeit und Zweckmäßigkeit ethischer Normen und Lebensregeln zu werten. Die Schlussfolgerungen daraus ermöglichen die Weiterentwicklung ethischer Normen und Instrumente, wie die Gründung des Roten Kreuzes aus den Erfahrungen des Krieges dafür als Beispiel. Die Werte wachsen in der Person als Überzeugungen oder Einstellungen und haben teils biologische, teils psychologische Gründe, die von der Evolution vorgegeben und daher nicht weiter hintergehbar sind, wie die elementaren Bedürfnisse, Bedingungen und Ressourcen zur Erhaltung des Lebens. Der Philosoph John Stuart Mill (1806-1873) hat die Werte als Bedingungen und Instrumente für Lebensfreude und Lebenslust im weiteren Sinne gesehen. Das macht den subjektiv gültigen, aber allgemein einsichtigen Charakter der Werte deutlich.

Da ohne das Leben jegliche Ethik sinnlos wäre, ist das individuelle Leben selbst der höchste Wert und seine Erhaltung die höchstwertige ethische Norm, eine Letztbegründung ähnlich einem Axiom der Mathematik. Dieses Prinzip ist die allgemeine Grundlage westlicher Kulturen. Aber selbst das Leben ist nur dann ein Wert mit Absolutheitsanspruch, wenn es nicht in Konkurrenz oder Konflikt zum Leben von Mitmenschen steht, wie es schon in der Antike als *Brett des Karneades* bekannt war und in der modernen Katastrophenmedizin als *Triage* thematisiert wird. Wesentliche Grundlagen für die Bewertung von Lebensformen liefert die Anthropologie, indem sie

trotz der äußerlichen Unterschiedlichkeiten keine biologischen Argumente für eine Höher- oder Minderwertigkeit einzelner Menschen, Gruppen oder Völker liefert, auch nicht zwischen Männern und Frauen. Eine Ungleichwertigkeit wäre möglich durch das genetisch bedingte Fehlen typisch menschlicher Eigenschaften und Fähigkeiten wie bei Primaten. Im Umkehrschluss ist die Gleichwertigkeit aller Menschen anzunehmen und ideologischen Diskriminierungen wird diesbezüglich der Boden entzogen. Die Gleichwertigkeit sowie die Geschichte der Verbrechen ist Rechtfertigung für universelle Menschenrechte zugunsten jedes Individuums.

Zu beachten ist, ob der Mensch mit einem allgegenwärtigen, transzendenten und richtenden Beobachter zu rechnen hat, oder ob er ausschließlich sich selbst und seinen Mitmenschen gegenüber verantwortlich ist. Im Fall einer theistischen Begründung in Verbindung mit der Aussicht auf ein jenseitiges und ewiges Leben wird das sittliche Handeln zum Selbstzweck und das soziale Handeln ein Mittel zum Zweck des eigenen Heils als höchstem Wert. Dabei wird die Vernunft nicht durch eine transzendente Letztbegründung ersetzt, sondern auf eine rationale Entscheidung über Lohn oder Strafe verschoben, wie es bei kleinen Kindern gemacht wird, die noch nicht über genügend Erfahrung und Einsicht in abstrakte Denkweisen verfügen. Eine transzendente Begründung ethischer Werte und die daraus abgeleitete Absolutheit ihrer Normativität ist ein Trugschluss, eine Illusion oder eine ideologische Täuschung. Letztlich steckt hinter der angenommenen oder vorgeblichen Transzendenz doch wieder nur der Mensch als anonymer Urheber. Naturkatastrophen und Unfälle können Werte augenblicklich vernichten

oder ihre Beachtung verhindern ohne Verletzung ethischer Normen und können die Relationen der Werte untereinander auf den Kopf stellen. Bei einer Autopanne in der Wüste wird das Trinkwasser zum höchsten Wert, dem sich plötzlich alle anderen unterordnen müssen, so dass jede theoretische Absolutheit pragmatisch relativiert oder aufgelöst wird. Am deutlichsten wird das absolute Gebot "du sollst nicht töten" immer wieder verletzt und seine Verletzung mit anderen, oftmals angeblich heiligen Werten gerechtfertigt und dadaurch das Leben entwertet.

Zum Wertekatalog kommen gemeinschaftliche Werte aus der kulturellen Tradition, den ökonomischen Gegebenheiten, den natürlichen Ressourcen, dem Rechtssystem, den Traditionen und Gebräuchen der Gesellschaft. Diese Werte sind durch Institutionen und in Institutionen fixiert. In einer durchorganisierten Gesellschaft sind außerdem erworbene Rechte, Ansprüche und Berechtigungen wie Ausbildungsabschlüsse und Führerscheine als dispositive Werte zu registrieren. Die sprichwörtlichen Schlüsselwerte kennzeichnen Werte mit besonderer Bedeutung, weil ihr Verlust oder ihre Wiederbeschaffung mit hohem Aufwand verbunden ist, wie die Wohnungs- oder Autoschlüssel, die als Metapher dafür stehen. Alle Werte gelten immer nur relativ zueinander, so dass die Dringlichkeit ihrer Erhaltung immer im Verhältnis zu anderen, möglicherweise konkurrierenden Werten zu beurteilen ist. Beispiele für die Inhalte eines Wertekatalogs, die gegeben sein oder beansprucht werden können, sind das Leben an sich, körperliche und psychische Gesundheit und selbiges Wohlbefinden, Meinungs- und Handlungsfreiheit, Eigentum, eine Arbeitsleistung für die Gemeinschaft, Kenntnisse, Fähigkeiten, gute Laune, Hilfsbereitschaft, Freizeit zugunsten der Gemeinschaft, Ratschläge,

Liebesleistungen, Zweckleistungen, Gerechtigkeit, Fairness, Ehrlichkeit und Wahrhaftigkeit, Ehre und Prestige, Beschützung vor Schaden. Eine spezielle Form von Werten ist das gültige und bewährte Wissen, das durch Fortschritt und Wissenschaft ständig bedroht ist, weshalb konservative Weltanschauungen, Traditionen, Rituale sowie Religionen einen hohen Stellenwert genießen und verteidigt werden. Menschenwürde und Menschenrechte sind nach dem Grundsatz der Gleichwertigkeit aller Menschen Sammelbegriffe für eine Menge von Werten, die untrennbar an die Person gebunden und über Kulturen und Gesellschaften hinweg nicht verhandelbar sind - oder sein sollten: die persönliche Identität und Selbstbestimmtheit, der eigene Wille, sowie die körperliche, psychische und mentale Integrität.

Der Begriff der Werte ist hier eine verallgemeinerte, stellvertretende Bezeichnung für die genannte Menge von Elementen des Wertekatalogs, die für jeden Menschen eine spezifische, materielle, funktionale, symbolische oder ideelle Wertigkeit oder Bedeutung besitzen, weil sie als solche integraler Bestandteil des subjektiven Ichmodells und Gegenstand seiner Handlungen und Intentionen sind. Ein Autoführerschein ist ein Wert, weil er für den Inhaber bestimmte Wertigkeiten in Form von Freiheiten, Bequemlichkeiten und Zeitersparnis repräsentiert. Ein Pilotenschein hat zusätzlich einen hohen Prestigewert. Werte sind also nicht Wertigkeiten an sich, sie haben nicht unbedingt eine gegenständliche Eigenexistenz, man kann sie nicht willkürlich zu Werten erklären und man kann sie nicht einfordern, ohne in zirkuläre Begründungen zu geraten. Werte entstehen zum Teil als Folge oder auch als Instrument der Interaktionen in Gemeinschaften und Gesellschaften, zum Teil als biologische und

kulturelle Bedingungen und Attribute des individuellen Lebens. So sind Tugenden wie Nächstenliebe, Solidarität und Gerechtigkeit keine Werte im Sinne dieser Ethik, sondern Prinzipien oder Regeln zu einer ausgewogenen Bestimmung und Gewichtung gegenseitiger Werte. Die Tugenden charakterisieren also das Verhältnis des Subjekts zu den Werten und den Umgang mit Werten. Ebenso sind subjektive Zustände wie Familie, Sicherheit, Wohlstand keine Werte an sich, sondern stehen für die Abwesenheit von Verlustangst der eigentlichen Werte, der Ichintegrität des Subjekts. In rechtskonservativen und in religiös geprägten Gruppierungen wird häufig von Werten wie Familie, Vaterland, Sitte, Treue, Gehorsam, Disziplin oder Zucht und Ordnung gesprochen bzw. deren Defizite in der Gesellschaft beklagt. Dabei soll mit den Werten eine inhärente, unbegründete und unhinterfragte Wertigkeit der Dinge suggeriert werden, oftmals nur um Machtansprüche zu rechtfertigen und persönliche oder institutionelle Macht zu bewahren. Somit ist bei öffentlichen Diskussionen über Werte immer Skepsis angebracht. Nicht selten wollen die lautstarken Verkünder solcher Werte die eigenen Verletzungen und Missachtungen oder den Missbrauch dieser Werte verschleiern.

Die Werte werden schon in der Kindheit intuitiv erlernt durch das Verhalten der Bezugspersonen in bestimmten Situationen, z.B. als typische Reaktion auf die Beschädigung von Sachen, auf die Einschränkung von Freiheiten oder auf Ruhestörung, so dass daran deren Wertigkeit erkannt werden kann. Die Beschädigung oder der Verlust eines Wertes würde als Verletzung des Ichmodells bewusst werden. Der Wille zur Bewahrung der Werte und Handlungsfreiheit muss apriori gegeben sein oder vorausgesetzt werden, andernfalls wäre jede Form von Ethik sinnlos. Das

Extrembeispiel für das Fehlen dieses Willens ist der erweiterte Selbstmord als bewusste Handlung. Die Bewahrung von Werten kann mit der Einschränkung persönlicher Freiheiten verbunden sein, die jedoch nicht als Begrenzung der Freiheit empfunden werden muss, sondern als Mäßigung, wenn sie nicht von außen erzwungen, sondern selbst auferlegt wird. Da jedoch die Einsicht zur Mäßigung nicht allgemein vorhanden ist, muss sie hauptsächlich für höhere Werte durch universell gültige Gesetze oder Vorschriften geregelt und mittels staatlicher Institutionen durchgesetzt werden. Das Handeln in Bezug auf eigene Werte ist ein Kriterium für Vernunft, das Handeln in Bezug auf objektive Werte der Mitmenschen ist ein Kriterium für öffentliches Recht und Gesetz und das Handeln in Bezug auf subjektive Werte und in Relation eigener und fremder Werte ist Gegenstand der Ethik. Moralisches Handeln bedeutet demnach, subjektive fremde Werte zu respektieren, auch wenn dies eine Minderung eigener Werte zur Folge haben kann. Vernunft, Gesetz und Moral sind voneinander unabhängige Motivationen für menschliches Handeln. Da die Ausführung von Handlungen komplexe oder unvorhergesehene Folgen haben kann, können die Motivationen retrospektiv manchmal nicht rekonstruiert und identifiziert werden. Dann heißt es zur Rechtfertigung "das habe ich nicht gewollt".

Die Wegnahme von Werten kann aus rechtlichen und aus pädagogischen Gründen gerechtfertigt sein oder kann kriminelle Motive haben. Die Verhöhnung oder Verspottung subjektiver Werte, z.B. durch Zeichnungen, Comics oder Kabarett, sollte vermieden werden, kann aber auch sozial aufklärende Wirkung haben, wenn es sich um willkürliche, vorgetäuschte, überhöhte oder zweckdienliche Werte handelt, insbesondere bei

abstrakten, also religiösen, kulturellen, ideologischen, künstlerischen oder politischen Werten. Eine Zerstörung oder Vernichtung von Werten ist im allgemeinen unbegründet und unzulässig, kann jedoch bei falschen oder vorgetäuschten Werten wie Drogen und Waffen zum Schutz anderer Werte wie Gesundheit und Freiheit notwendig oder angemessen sein.

Die Philosophie hinter den Werten als Ethik ist die Frage nach den Grundsätzen, Gesetzmäßigkeiten, Gründen zur Bestimmung und Wertschätzung der einzelnen Werte sowie nach den möglichen Ausdrucksweisen der Wertigkeiten, denn sie können nicht in monetären Einheiten angegeben werden. Die persönlichen Werte finden ihre Bestätigung und Bestärkung, wenn sie mit intersubjektiven oder objektivierten Werten der Gesellschaft übereinstimmen. Andernfalls entstehen Konflikte zwischen den objektiven und den subjektiven Werten oder zwischen den Wertvorstellungen verschiedener Mitglieder einer Wertegemeinschaft. Die öffentliche Bewusstheit und Anerkennung der Werte ist notwendige Grundlage ethischer Normen und Handlungen. Moralisches Handeln bedeutet, unter der Bedingung oder in der Erwartung fehlenden eigenen Wertzuwachses oder sogar eigenen Wertverlustes, die Werte der Mitwelt, die in der Regel als gemeinsame Werte öffentlich sind, zu respektieren, zu bewahren oder wiederherzustellen, gegebenenfalls zu fördern und nicht zu verletzen, zu verhöhnen, zu verweigern, zu rauben oder zu vernichten. Probleme und Konflikte können in der Lebenspraxis vorwiegend dann entstehen, wenn das Risiko oder die Wahrscheinlichkeit eines Wertverlustes oder einer Wertminderung in Folge einer Handlung unterschiedlich eingeschätzt wird. Besondere Bedeutung erhält das moralische Handeln unter den Bedingungen der gegenseitigen

Wertekonkurrenz - die Konkurrenz ergibt sich gerade aus der Wertsetzung, denn um Wertloses muss man nicht konkurrieren - in vielen praktischen und beruflichen Lebenssituationen, sowie gegenüber Menschen, die nicht "vollwertig" sind, d.h. die ihre Werte nicht selbst erkennen oder bestimmen und nicht über alle Werte verfügen können, wie Kinder, geistig Benachteiligte oder Behinderte, Komapatienten und Föten. Geschenke an Freunde und die Förderung von Werten als bewusstes, soziales Handeln gehören in diesem Sinn nicht zum Bereich der Ethik, sondern zur Kultur oder Ökonomie als Vernunfthandlungen. Auch die berühmte "goldene Regel" gehört zu diesem Bereich sozial vernünftigen Handelns und hat mit Ethik eigentlich nichts zu tun, was oft missverstanden wird. Dagegen sind Spenden für Hilfsbedürftige moralische Handlungen.

Eine Wertegemeinschaft ist eine Gruppierung wie die Familie, eine Partnerschaft, eine Zweckgemeinschaft wie Verein, Organisation oder Unternehmen, eine der Gliederungen der Gesellschaft von der Kommune bis zum Staat, oder schließlich die Weltgemeinschaft. Die Werte müssen sich notwendig auf die Mitglieder der Wertegemeinschaft beziehen; auf fremde oder abstrakte Personen bezogene Werte haben keine normative Bedeutung. Ein Kennzeichen der heutigen Welt ist die Vermischung von Kulturen durch globalen Verkehr und globale Kommunikation. Zuwanderungen von ärmeren in reichere Länder sind alltäglich geworden, mit Konsequenzen für kulturelle und religiöse Bindungen. Eine Lösungsmöglichkeit dafür bietet das *Projekt Weltethos* des Theologen Hans Küng, in dem versucht wird, ethische Gemeinsamkeiten der großen Religionen und Weltanschauungen sichtbar zu machen und hinsichtlich ihrer Werte zu homogenisieren. Wertunterschiede und Diskriminierungen,

z.B. fehlende Gleichberechtigung von Mann und Frau, bieten oft genug Anlässe für Unfrieden, Konflikte, Gewalt und Krieg.

Prinzipiell legt jedes Mitglied seinen eigenen Wertmaßstab fest, indem es seine möglichen - ausgenommen die gesellschaftlich objektivierten - Ziele und Handlungen subjektiv bewertet entsprechend seinen Lebensvorstellungen und Lebensumständen wie Familie, Beruf und Einkommen. Da die Lebensvorstellungen auch der Erziehung, der gemeinsamen Umwelt und dem kulturellen Milieu entstammen, sind viele der Wertmaßstäbe nicht willkürlich, sondern entsprechen den Standards jener Quellen, sind aber auch abhängig von deren Veränderlichkeiten und Plastizitäten. Eine Klassifizierung in lebensnotwendige, lebenserleichternde und lebensverschönernde Elemente sowie das Kriterium der Ersetzbarkeit oder Wiederbeschaffung können grobe Wertmaßstäbe und Wertehierarchien bieten, mit dem nackten Leben als höchsten Wert, denn ohne Leben sind alle Werte gegenstandslos - außer der Totenruhe und dem Totengedenken. Dass manche Werte nicht unveränderlich sind, läßt sich an Zeiten der Not gegen Zeiten des Überflusses oder an Orten der Wildnis gegen Marktplätze oder Fußballstadien deutlich machen. Schließlich ist die Ethik gegen den kaufmännischen Handel abzugrenzen, dessen Zielsetzung die Schaffung und die Mehrung käuflicher und veräußerbarer Güter als materiale Werte ist. Jedoch sind fließende Übergänge möglich zwischen Handel und Unmoral, wie es die Prostitution von Frauen und Kindern zeigt.

Kennzeichen einer freiheitlichen Gesellschaft ist die Transparenz, die Öffentlichkeit und die freiwillige Akzeptanz ihrer Werte. Eine zirkuläre

Erklärung als "moralische Werte" ist eine sprachliche Verkürzung und ist als Moralbegründung in manchen Gemeinschaften als Herrschafts-instrument zwar beliebt, ist aber unzulässig. Das heißt, die Bewertung einer Handlung folgt der Bewertung des Elements im Wertekatalog als Handlungsgegenstand nach, nicht umgekehrt. Jeder Mensch kann eigene Elemente in den Wertekatalog der Gemeinschaft aufnehmen, muss sie jedoch im öffentlichen Diskurs der Kritik und Prüfung aussetzen. Beispielsweise darf man bestimmte Kunstwerke individuell als unmoralisch bezeichnen, darf dies jedoch nicht zur Allgemeingültigkeit erheben in Form einer Zensur. Werte, die zueinander in Konkurrenz stehen, müssen gewichtet werden, möglicherweise in Abhängigkeit von den aktuell gegebenen Umständen. Zusätzlich kann jedes Individuum entsprechend seiner Persönlichkeit bestimmten Werten eine eigene Gewichtung zumessen. So kann Schadenfreude belustigend oder aber beleidigend und unmoralisch sein, je nachdem wie der Wert des Schadens vom Geschädigten empfunden wird.

Handeln aus eigener Neigung, aus Interesse, aus Neugier, aus Notwendigkeit, aus Einsicht, aus begründeter Angst, oder zum eigenen Nutzen im weitesten Sinne ist vernünftiges Handeln und apriori weder moralisch noch unmoralisch. Insbesondere gehört dazu auch das Handeln aus religiösen Motiven, zur Erlangung der Gnade oder Liebe Gottes, des Sündenerlasses oder des Paradieses. Immanuel Kant hat die Motivation zu ethischem Handeln als *Pflicht* bezeichnet, zur Abgrenzung gegen Vernunft und Neigung. Sein Pflichtbegriff hat folglich eine ganz andere, sogar gegensätzliche Bedeutung als unser heutiger Pflichtbegriff, denn für ihn ist der freie Wille, nicht das Sollen das oberste Prinzip und Inhalt des

Kategorischen Imperativs. Zur Willensfreiheit gehört analog die Sollensfreiheit oder Freiwilligkeit als Bedingung für die Bewertung von Moral. Die moralische Wertigkeit von Handlungen wird zudem bestimmt vom Verhältnis der investierten eigenen und der gewonnenen oder bewahrten anderen Werte. Moralische Handlungen können unvernünftig sein. Beispiele sind altruistische Handlungen mit unnötiger Selbstaufopferung, Robin-Hood-Aktionen, Handlungen der Hilfsbereitschaft in Verbindung mit Leichtsinn oder Tollkühnheit, in der Partnerschaft Handlungen aus übermäßiger Liebe mit Bevormundung. Handlungen sind nach Motiven, nach Zielen und nach den Resultaten zu beurteilen, wobei die Handlung selbst bereits als Resultat zu deuten ist. Motive und Ziele einer Handlung können Werte beinhalten, beispielsweise ein Geschenk aus Zuneigung, oder Mord aus Eifersucht, und sind daher nach diesen zu beurteilen, wogegen das tatsächliche Ergebnis einer Handlung von der Zielsetzung aus mancherlei Gründen abweichen und daher nur bedingt beurteilt werden kann. Da die Kybernetik gerade die Übereinstimmung von Zielsetzung und Ergebnis gewährleisten soll, ist es sinnvoll, in diesem Zusammenhang primär die voraussichtlichen Ergebnisse zu beurteilen, zumal wenn die Urheber und somit auch ihre Zielsetzung anonym sind oder wenn sie kybernetische Maschinen wie Computer oder Roboter sind. Die technische Entwicklung in dieser Richtung wirft Fragen nach der Verantwortlichkeit und Haftbarkeit autonom funktionierender Maschinen auf.

Moralische Handlungen und Verhaltensweisen können als regelmäßige "Einzahlungen" in ein gemeinsames Wertekonto als Wertevorrat gedeutet werden. Ihre Motivation ist, die Werte für die Mitglieder der

Wertegemeinschaft verfügbar zu machen, so dass sie von diesen in Anspruch genommen werden können. Belastungen auf dem Wertekonto entstehen durch einseitige Inanspruchnahme von Werten, durch Verweigerung oder Vorspiegelung von "Einzahlungen" und durch Missachtung oder Verletzung gegenseitiger Werte. Das kontinuierliche Bewusstsein über den Kontostand in Form einer Buchhaltung ist das Gewissen. Einseitige Inanspruchnahme des Kontos, verbunden mit der Unlust zu gesellschaftlicher Rechtfertigung, verursacht schlechtes Gewissen, wie zum Beispiel ein Seitensprung in der Partnerschaft. Ein Kontoausgleich erfolgt in solchen Fällen nicht durch gleichartige Entnahme des Partners, sondern kann nur durch das Angebot einer "Sondereinzahlung" geschehen. Das schlechte Gewissen kann gemildert werden, wenn die Einseitigkeit nur auf unterschiedlichen Wertvorstellungen zwischen den Mitgliedern der Gemeinschaft beruht, beispielsweise gegenüber staatlichen Gesetzen oder traditionell überkommenen Werten, wenn die Begründung der Werte mangelhaft ist oder wenn Werte in besonderen Situationen zueinander in Konflikt stehen. Gewissen ist das Wissen um die Möglichkeit und die Verursachung des Leidens.

Die Behandlung von Menschen in Gefangenschaft, seien es Gefängnisinsassen oder Kriegsgefangene, ist ein immerwährendes Thema der Ethik. Das aktuelle Symbol dafür ist Guantanamo in den USA. Viele Aspekte der Ethik kommen hier zum Ausdruck, allen voran die absolute und die relative Gewichtung der Inhalte des Wertekatalogs durch die Behörden und die Wärter, wie auch durch die Gefangenen selber für ihr Verhalten untereinander. Die Verweigerung und Wegnahme gewisser Werte - allen voran die Handlungs- und Bewegungsfreiheit - ist gerade der

Zweck der Gefangenschaft als Bestrafung und Verhinderung einschlägiger Taten. Die Vorenthaltung von Werten bedarf einer Rechtfertigung, die in Rechtsstaaten per Gesetz geregelt ist. Andere Werte müssen unvermeidbar eingeschränkt werden auf Grund der in solchen Einrichtungen besonderen Umstände und damit verbundenen Schwierigkeiten, z.B. Hygiene und Nahrungsversorgung. Besondere Probleme der Ethik ergeben sich bei existentiellen Abhängigkeiten, von Kindern wie von Lebenspartnern oder Arbeitnehmern.

Durch die in der heutigen extrem arbeits- und zuständigkeitsteiligen Welt unvermeidbare Fragmentierung der Information über die Folgen eigenen Handelns sind mangels des Wirkungsbewusstseins ethische Probleme unvermeidbar. Ebensolche Probleme liegen in den nicht unmittelbar einsichtigen Fernwirkungen und Spätfolgen industrieller Aktivitäten, so durch Einleitung gefährlicher Substanzen in Fließgewässer, Ozeane oder in die Atmosphäre. Nicht selten wird der kybernetische Wirkungskreis bewusst unterbrochen, um der ethischen Verantwortung zu entgehen und Kosten zu sparen.

Kybernetischer Naturalismus

Generell drängt sich der Eindruck auf, dass gewisse Funktionen und Fähigkeiten, die dem Menschen selbst wesentlich erscheinen, eigentlich Nebenwirkungen, indirekte Folgewirkungen oder beiläufige Variationen der Phylogenese zum Gesamtphänomen menschliches Leben sind. Das trifft gerade auch auf diejenigen Funktionen der Kognition zu, die für das Selbstverständnis, die Lebensplanung und die Kultur des Menschen von Bedeutung sind - allen voran die Sprache. Das ist insofern nicht überraschend, als jedes Wesen das für wesentlich hält, was nach seiner eigenen Anschauung sein Wesen ausmacht. Bemerkenswert ist die Tatsache, dass es in der Vielfalt der Lebenswelt keine weiteren, dem Menschen vergleichbare Lebensformen gibt - ein Indiz für Zufälligkeit, nicht für Herausgehobenheit.

Eigenschaften und Fähigkeiten sind erst dann wesentlich für eine Lebensform, wenn die natürliche Selektion darauf wirksam ist. Es ist eines der Charakteristika der biologischen Evolution, dass zunächst unscheinbare und zwecklose Variationen im Chaos der Lebensbedingungen zum entscheidenden Überlebensvorteil werden können, so dass sie retrospektiv als wesentliches Merkmal der Art erscheinen. Daher kann vermutet werden, dass das freie Spiel und das Verhalten der Kinder ein bedeutender Antrieb der Evolution ist, zu dem die Erwachsenen und ihre Werke nur als Umwelt funktionieren und zusammen mit ihrer Gestaltung der Welt Selektionsbedingungen liefern. Ebenso charakteristisch ist das an sich beachtenswerte, jedoch evolutionsphilosophisch bisher wenig erforschte Phänomen, dass viele Organe und

Glieder multifunktionell oder zweckfremd verwendet werden wie der Mund des Menschen zum essen, trinken, atmen, schmecken, sprechen und küssen oder die Federn der Vögel zum wärmen, tarnen, fliegen und als Signalquelle. Nur auf dieser Grundlage, in der Vernetzung organischer Strukturen und ihrer Verwendungen, wird auch das kognitive Vermögen und das Bewusstsein des Menschen zu verstehen sein.

In der gesamten lebenserfüllten Natur finden Wirkungen nur zwischen Atomen und Molekülen auf der Basis der physikalisch-chemischen Gesetzmäßigkeiten statt; diese Überzeugung hat nach den französischen Materialisten des 18.Jhdts. schon 1839 auch der Physiologe Theodor Schwann (1810-1882) geäußert, einer der Begründer der Zytologie. Alles andere sind "nur" durch Aggregation, Abstraktion und Approximation der materiellen Teilchen und der Vorgänge in der Natur unumgänglich stark vereinfachte Beschreibungen seitens des forschenden Geistes mit dem Ziel des Verstehens, Erfassens, Beschreibens, Berechnens und Mitteilens. Die Chaostheorie hat zwar bewiesen, dass die Welt nicht so einfach zu reduzieren und deterministisch zu berechnen ist, aber sie ändert nichts am physikalischen Prinzip, sondern sie macht Aussagen über die Grenzen der Erkenntnisfähigkeit, Berechenbarkeit und Voraussagbarkeit bestimmter physikalischer Ereignisse und bekräftigt insofern die Notwendigkeit oder Unumgänglichkeit von Aggregation, Abstraktion und Approximation. Durch die monistische Anschauung als Aggregation und Abstraktion materieller Strukturen, Prozesse und Zustände wird nicht die wahrnehmbare und phänomenale Wirklichkeit der zu erklärenden Ereignisse und Zustände der Lebenswelt bestritten, wohl aber ihre reale Identität.

Zu unterscheiden ist zwischen den Naturgesetzen der Physik, die universell ungeachtet ihres Kontextes gültig sind und auf der anderen Seite "**Naturregeln**", die an ihren Kontext gebunden sind, insbesondere die regelhaften Prozesse in biologischen Organismen, wie Fortpflanzung, Zellteilung, die Genexpression, die Proteinsynthese, die Funktionsweise der Neuronen, die Wahrnehmungsprozesse der Sinnesorgane oder die Lautgesetze der Phonetik. Wie der degenerierte Kode der Genetik zeigt, kann das Leben nicht allein holistisch oder top-down und deduktiv verstanden werden, weil es als Resultat der Evolution die Unwägbarkeiten, Indeterminismen und Zufälligkeiten der Erdgeschichte in sich trägt und nicht zu einem vorgegebenen Ziel zweckmäßig und planmäßig geschaffen und gestaltet wurde.

Für die dualistische Annahme, dass es außer Physik "noch etwas anderes" wie eine Lebenskraft, einen Weltgeist oder dergleichen geben könne oder geben müsse, um Leben und Geist verstehen zu können, gibt es weder Indizien, noch eine Begründung noch eine Notwendigkeit. Mit dieser Annahme eines metaphysischen oder mystischen Erklärungsmodells würde sich obendrein jede Wissenschaft in Relativismus selbst ad absurdum führen. Erst die naturalistische Anschauung des Lebens macht die reflexive Erkenntnis, Bewertung und Akzeptanz dessen möglich, was das eigentliche Menschwesen ausmacht, also das über das materialistische und naturalistische hinausgehende mentale, soziale und psychische Wesen. Die sinnliche Erfahrung der Welt bildet eine Schablone für das rationale Verständnis der Welt und für den Umgang mit der Welt. Antinaturalistische Weltanschauungen bedeuten Loslösung von der Wirklichkeit und folglich Willkür; sie sind für die Bewältigung und die

Gestaltung des individuellen Lebens daher unbrauchbar.

Der aus der Newtonschen Mechanik und der Physiologie abgeleitete und aus heutiger Sicht naive, weil einseitig mechanistische und positivistische Materialismus Mitte des 19.Jhdts um Ludwig Büchner ist überholt worden durch die Entdeckung bzw. Aufwertung der aus der Abstraktion, Aggregation und Approximation hervorgegangenen, herausragenden Kategorien des 20. Jahrhunderts, die manche der traditionellen Vorstellungen und Begrifflichkeiten allmählich in sich aufsaugen: ***Systeme, Strukturen, Informationen***. Ihnen zugeordnet sind in dieser Reihenfolge die kognitiv-rationalen und operationalen Wissenschaften und Methoden der Kybernetik, der Mathematik und der Informatik. Wollte man eine Schublade für diese Philosophie des Geistes etikettieren, dann stünde auf dem Namensschild ***kybernetischer Naturalismus*** als Epistemologie der lebenden Welt und Methodologie zur Untersuchung der Funktionsweise der Organismen, unter der Einbeziehung einer ausdrücklich ateleologischen Kybernetik.

Naturalismus bedeutet, dass alle beobachtbaren Phänome der Welt gemäß dem Kausalitätsprinzip auf physikalische, von menschlichem Denken und Handeln unabhängige und gesetzmäßige Ursachen rückführbar sind. Naturalismus bedeutet nicht, dass die Welt vollständig beobachtbar und erkennbar ist. Naturalismus bedeutet auch nicht, dass alle Phänomene in der herkömmlichen Sprache der Naturwissenschaften beschreibbar, erklärbar und tatsächlich auf bekannte oder empirisch erkennbare Naturgesetze reduzierbar sind. Dem Menschen und der Menschheit wird immer nur eine Teilmenge der wirklichen Welt zugänglich sein.

Kausalität ist wie Raum und Zeit eine Ordnungskategorie, die eine strikte Vorher-nachher- oder Reihenfolge-Relation von Ereignissen und Zuständen bezeichnet. Die Abfolge wahrnehmbarer Ereignisse und ihre periodische Wiederkehr wird als Zeit gedeutet und umgekehrt ist die Zeit das Ordnungskriterium für Ereignisse und Zustandsänderungen. Kausalität hat auf allen strukturellen Ebenen der Wirklichkeit Geltung, von der Quantenwelt bis zur Makrowelt des Universums. Entscheidend für den Naturalismus ist die metaphysische Annahme einer endlichen Menge möglicher, empirischer Kausalitäten, ohne die eine sinnvolle Naturwissenschaft nicht möglich wäre. Die Gefahr ist groß, bei der Definition des Naturalismus in eine Zirkularität oder Tautologie zu driften, wenn nicht sogar unausweichlich, weil der Bereich jenseits des Naturalismus nicht definierbar ist. Genauso groß ist die Gefahr und die Tendenz, bei fehlender naturwissenschaftlicher Erklärung von Erscheinungen nach außernatürlichen, fiktiven oder rein spekulativen und willkürlichen Erklärungen zu suchen oder solche zu erfinden. Das Erkennen der Welt bezieht sich immer auf Differenzen von Signalen. Verschwindet die Differenz, dann verschwindet die Wahrnehmbarkeit des Signals. Somit bleibt eine Seite der Differenzen und eine Seite der Welt immer im Verborgenen.

Naturalismus bedeutet, die phänomenale Welt grundsätzlich und vollständig auf Gegenstände und Erscheinungsformen der kausalen Wissenschaften - die Formen der Materie und Energie - zu beziehen und in den Ordnungskategorien von Raum, Zeit und Kausalität strukturieren, erklären und beschreiben zu können. Davon unabhängig ist die Frage der wissenschaftlichen Zweckmäßigkeit solcher Reduktionen hinsichtlich dem Vermögen und der Ökonomie des Denkens und der Kommunikation. Es

gibt keinen metaphysischen Unterschied zwischen den Erscheinungsformen der Physik und den Erscheinungsformen der Biologie und der Psychologie. Zwar können Gegenstände und Ereignisse außerhalb des Körpers von mehreren Subjekten in gleicher Weise, also scheinbar objektiv, wahrgenommen werden, aber die Wahrnehmung einer Sternschnuppe ist von einem Traum oder einer optischen Täuschung kaum unterscheidbar. Gegenstände und Ereignisse sind nicht selber die Wirklichkeit, sondern bewusstseinsabhängige Erscheinungsformen einer unerkennbaren Wirklichkeit.

Je komplexer ein Gegenstand, je mehr Teile er umfasst, desto individueller, vielfältiger, wandelbarer, unwahrscheinlicher, unvollständiger, unzuverlässiger und instabiler sind seine Erscheinungsformen. Zur strukturellen und relationalen Dimension eines individuellen Gegenstandes kommt die dynamische oder entwicklungsgeschichtliche Dimension. Da die Geschichte eines Gegenstandes meist auch Struktur- und Relationsveränderungen einschließt, sind beide Dimensionen verschränkt, ganz besonders bei Lebewesen.

Die Komplexität der Begriffs- und Symbolsysteme zur sprachlichen Beschreibung der Welt und die Subjektivität der Wahrnehmung steigt proportional zur Vielfalt unterscheidbarer Erscheinungsformen. Das Erdeuten von Zeichen und Symbolen aus den von einem Medium als Quelle übermittelten Sinnesreizen ist eine universale Bedingung von Erkenntnis und Verständnis. Ob auf einem Verkehrsschild, in einem Lehrbuch oder in einer Bedienungsanleitung, auf einem Display in der Intensivstation oder im wissenschaftlichen Labor, am Bildschirm des

Computers, oder die Rede und Gestik eines Dozenten - überall muss die pragmatische Bedeutung von Wörtern, Sätzen und Zahlen oder Bildern aus ihrem Zusammenhang und aus dem Vorwissen des Subjekts erdeutet werden. Zum Teil und immer öfter in der technisierten und spezialisierten Welt hängt von der richtigen Deutung das Leben von Menschen ab.

Beachtenswert sind die unterschiedlichen Deutungen der scheinbaren Außenwelt und der erlebbaren Innenwelt aus der Ich-Perspektive, denn die Wahrnehmungen der Außenwelt, als Reizungen der Sinnesnerven und "leibhaftige" Empfindungen, sind eigentlich nichts anderes als Zustände und Erlebnisse der Innenwelt. Aus den Wahrnehmungen der Welt sowie den Empfindungen des Selbst und ihren intuitiven Deutungen haben sich die Sprachen der Menschheit als Ausdruck kollektiver Welterfahrung entwickelt. Ein Gefühl ist nicht identisch mit einem biologischen Gehirnzustand und sein Ereignis unterliegt keiner Notwendigkeit oder strikten Gesetzmäßigkeit. Es hat seine Ursachen aber in neurobiologischen und letztlich in physikalischen Zuständen und Prozessen, d.h. ohne solche Prozesse wären Gefühle und Gedanken nicht vorhanden. Begriffe und Erklärungen entstammen ursprünglich den unmittelbaren sinnlichen Eindrücken und den praktischen und alltäglichen Erfahrungen, Erlebnissen und ihren Assoziationen. In der Kultur werden sie von den Kindern erlernt und internalisiert, unabhängig von und vorgängig den eigenen Erfahrungen. Dadurch bekommen die Begriffe und Ausdrücke Konnotationen, die dann der Erfahrungswelt übergestülpt werden.

Leben ist nichts kategorial Neues, sondern ist in den Eigenschaften der physikalisch kleinsten Teilchen als Möglichkeit immanent bereits enthalten.

Im übrigen bedeutet es, dass Leben und alles, was damit zusammenhängt, den Möglichkeiten und den Grenzen der Materie überprüfbar unterworfen ist. Leben entsteht aus den Eigenheiten der Materie zur repetitiven Strukturbildung, wie den Zellmembranen, und den vielfältigen und reversiblen Transformations- und Übertragungsmöglichkeiten der strukturellen Elemente unter Einwirkung energetischer Prozesse. Mit Materie ist hier also nicht die träge, ausgedehnte, unveränderliche, mechanistisch reagierende Substanz gemeint, sondern die Kombinationsfähigkeit der Materie und Energie zu komplexen, veränderlichen Gebilden und deren gesetzmäßige und funktionale Verhaltensweisen. Auf der Betrachtungsebene der Strukturen entstehen so selbsterhaltende kybernetische Systeme und Funktionen unterschiedlicher Komplexität und Erscheinungsformen bis hin zum menschlichen Geist.

Die moderne Physik entfernt sich selber immer mehr von den gegenständlichen Vorstellungen der Materie hin zu den abstrakten Entitäten der Quantenphysik. Somit kommt sie von sich aus den Erscheinungen des Lebens und des menschlichen Geistes immer näher. Die offene Frage, insbesondere bezüglich des Bewusstseins, ist die gegenseitige Wirkung materieller Substanzen als physikalistisches Phänomen, wie sie im Beispiel mit dem Trampolin illustriert wurde. Daher wird hier als Bezeichnung für eine Theorie zur Grundlegung des Geistes in der Natur der Ausdruck ***phänomenologischer Materialismus*** gewählt. Mit dem Konzept des *Embodiment* bzw. der "embedded, embodied cognition" bekommt der phänomenologische Materialismus für das Verständnis des Körper-Geist-Verhältnisses eine zusätzliche Dimension und Bestätigung.

Man kann sich beispielhaft überlegen, was geschieht, wenn man einen Schneeball, einen Tennisball und einen Stein gegen eine Hauswand wirft. Zunächst gibt es ein Geräusch als Epiphänomen, weil der Aufprall des Gegenstandes eine Luftdruckwelle verursacht, abhängig von der Härte als einer inneren Eigenschaft des Gegenstandes. Dann hat der Aufprall Auswirkungen auf den Gegenstand selber und auf die Wand. Der Schneeball zerfällt, bleibt teilweise an der Wand kleben und der Rest fällt verstreut zu Boden. Der Tennisball prallt zurück und kullert am Boden entlang, der Stein hinterlässt eine kleine Delle in der Wand und fällt träge und unbeschädigt zu Boden, nicht ohne auch dort eine Delle oder ein Hindernis zu hinterlassen. Der Vorgang mit dem Schneeball ist nicht mehr wiederholbar und wenn er weggeschmolzen ist, dann bleibt nach Abtrocknung nicht die geringste Spur. Mit dem Tennisball kann der Vorgang beliebig oft wiederholt werden, weil jedesmal der Ausgangszustand wieder hergestellt wird, das Prinzip des Tennisspiels. Der Stein hinterlässt bei jeder Wiederholung eine bleibende Erinnerung an den Vorgang, wie ein Gedächtnis. Ein großer Stein würde die Hauswand zudem in Schwingung versetzen, abhängig von den Eigenschaften des Materials in der Wand, sowie einen Farbfleck mit Signalwirkung hinterlassen.

Der Kern dieses Beispiels ist die Vielzahl der ausgelösten und miteinander verknüpften Nebenwirkungen in komplexen Systemen, wie sie alltäglich zu beobachten sind. Der Wissenschaftler konzentriert sich wegen der unüberschaubaren Komplexität auf eine einzelne Wirkung als zu untersuchende Funktion und abstrahiert von den anderen, für die Funktionsweise und den Funktionszweck irrelevanten Wirkungen. Die Physik beschäftigt sich hauptsächlich mit den Bewegungen und dem

mechanischen Verhalten physikalischer Körper. Das Innenleben solcher Körper bleibt dabei, bis auf Ausnahmen wie bspw. elektrische Leitfähigkeit, eine Blackbox, weil es kaum strukturiert und für die Beobachtung und das Verhalten nicht relevant ist. In einem Organismus jedoch sind wegen der Komplexität und Diversität alle Wirkungen von Bedeutung und können nicht ohne Informationsverlust vernachlässigt werden, weil sie Glieder in vielstufigen und synchronen Ereignis- und Wirkungsnetzwerken sind. Leitfähigkeit und Durchlässigkeit ist die Grundlage von Zellmembranen und des Nervensystems, Verformung und Elastizität sind die Grundlagen der Muskelfunktionen und sind sogar definierende Merkmale von Lebewesen. Steifigkeit ist die Grundlage des Skeletts und der Haut und Strömungsverhalten ist die Grundlage des Blutkreislaufs und der Atmung. Die Medizin beschäftigt sich hauptsächlich mit Störungen und Abweichungen vom Normalverhalten.

Das Fazit ist, dass die Wechselwirkungen von Materie auf Materie, oder Substanz auf Substanz, in Organismen extrem vielfältig und in ihren Erscheinungen jenseits der traditionellen Erkenntnisse von Physik und Chemie weitestgehend unerkannt und unerklärt sind, dass sie aber nicht außerhalb der Physik liegen. So findet das Geräusch beim Zusammenprall von Körpern Verwendung als Ton eines Musikinstruments. Es ist nicht möglich, alle solche Wirkungen naturgesetzlich vorherzusagen, außer sie sind schon durch die Erfahrung bekannt. Das gilt insbesondere für Materialien, die in der Bauphysik untersucht und in der Technik gezielt eingesetzt werden. Es ist aber nicht möglich, die Wirkungen in einem Organismus vorherzusagen oder nachzuempfinden. Das ist nur durch das subjektive, phänomenale Erleben möglich, an dem viele tausende

verschiedener Substanzen und Körper beteiligt sind. Der lebende Körper oder Organismus hat daher eine bisher unterbewertete Dimension als Sinnesorgan der Wahrnehmung und Instrument der Erkenntnis. Damit ist der Kreisbogen geschlagen zum *explanatory gap* der Philosophie wie auch zum *Embodiment* der neueren Kognitionswissenschaft, indem der Körper als *empfundener und empfindender Leib* eine zentrale Rolle für das Bewusstsein erhält, wie es der Philosoph Maurice Merleau-Ponty (1908-1961) beschrieben hat.

Der Materialismus bzw. Naturalismus als Erklärungsprinzip liefert mit dem Übergang von Substanz zu Prozess und Funktion den epistemologischen und unausweichlich metaphysischen und durch die Erkenntnisgrenzen der Naturwissenschaft festgelegten Rahmen für das Verstehen der Erscheinungsformen menschlichen Lebens. Der Naturalismus ist somit die notwendige Grundlage und Voraussetzung aller Erkenntnis aus Beobachtung und Erfahrung und somit allen vernünftigen Handelns. Die Ablehnung des materialistischen Naturalismus resultiert vornehmlich aus den mit dem Materiebegriff verknüpften, aber physikalistisch verengten und obsoleten Assoziationen. Dabei ist die physikalisch vielfältige Wirkung materieller Substanzen und Objekte aufeinander wie Härte und Schärfe, Spannung und Druck, Biegung und Dehnung, Strömung und Bewegung, Wärme und Kälte mit ihren phänomenalen Folgen für das reflexive Empfinden im Nervensystem des lebenden Organismus noch kaum erforscht. Was "empfinden" die Zellen und Fasern des Nervensystems oder die Wände von Adern und Venen in Folge ihrer mannigfaltigen Aktivitäten? Wie ändert sich dadurch ihr Verhalten, oder wie geben sie die Wirkungen als Ursachen oder Signale weiter an ihre Umgebung? In den Zellen und

zwischen den Zellen herrscht ein beständiges Tohuwabohu an Bewegungen und Kräften. Geht die Teilung einer Zelle "geräuschlos" und "ohne Nebenwirkungen" über die Bühne? Die Empfindungen der Innenwelt in Form von Wahrnehmungen und Gefühlen repräsentieren augenblicklich die regelmäßigen Eindrücke und Signale der Außenwelt als ein inneres Bild der Welt und des Selbst. Liegt in solchen kybernetischen Wirkungen das Rätsel unserer Empfindungen, Emotionen, Gefühle und Gedanken, auch des Bewusstseins und des Ich? Die Physik ist nicht vollständig, solange das Leben und das Bewusstsein nicht erklärbar ist.

Farben, Töne, Gerüche, Empfindungen von Wärme sind erlebte Phänomene des Bewusstseins, die durch Stimulation von Sinnesnerven vermittelt werden. Die Außenwelt kennt diese Phänomene nicht. Sie müssen also in der Innenwelt des Nervensystems in Folge der Stimulationen erzeugt werden. Jedoch gibt es auch in der Außenwelt solche Erzeugnisse in Hülle und Fülle. Wie immer wir die Welt wahrnehmen, es sind solche Erzeugnisse, ob es Bewegungen oder Eigenschaften von Körpern sind, oder Erscheinungen wie Nebel oder Schnee. Es gibt diesbezüglich keinen Unterschied zwischen außen und innen! Entscheidend ist, dass diese Phänomene nicht naturgesetzlich, sondern nur heuristisch als emergente Eigenschaft oder als Qualitäts-sprung ableitbar sind, so wie die Temperatur eines Stoffes auf die mittlere kinetische Energie der Teilchen reduzierbar ist, aber umgekehrt die Temperatur nicht naturgesetzlich aus der kinetischen Energie ableitbar ist.

Wie die vorstehenden Ausführungen zeigen sollen, ist der Mensch als biologisches Lebewesen oder körperlicher Organismus nicht identisch mit

Geist und Bewusstsein, aber der Geist unterliegt unbewusst den Illusionen einer eigenen Existenz. Da bereits die Materie eine Erscheinung und Vorstellung von der Welt ist, wären die Inhalte des Bewusstseins Phänomene eines Phänomens. In Wirklichkeit bestimmt die Natur mit ihren Gesetzmäßigkeiten und regelmäßigen Geschehnissen über den Menschen im Außenverhältnis und über den Organismus und das Bewusstsein im Innenverhältnis. Dass der menschliche Geist die Natur der Welt oder die Wirklichkeit auch nur als Erscheinungen wahrnimmt, kann an seiner eigenen Natur nichts ändern, denn die Erscheinungen heben sich gegenseitig auf, weil andernfalls auch der Geist selber nur eine rein subjektive Erscheinung und Illusion wäre - ein Solipsismus. Aus der Gesamtheit der Erscheinungen, ihren strukturellen Relationen und Zusammenhängen untereinander, ihren Kausalitäten, Regelmäßigkeiten, Redundanzen und Verkettungen können jedoch in einem evolutionären Prozess rationale und zuverlässige Schlussfolgerungen auf die Wirklichkeit gezogen werden als Erkenntnis. Man kann also nicht grundsätzlich ausschließen, dass Träume, Halluzinationen, Täuschungen oder Einbildungen mit Wahrnehmungen der Wirklichkeit verwechselt werden können, aber es gibt Kriterien, um die Unterschiede zu erkennen.

Durch das Paradigma des phänomenologischen Materialismus wird das Leben nicht geschmälert oder reduziert - ganz im Gegenteil erhält es erst durch die explizit naturalistische Erkenntnis seiner materiellen Grundlagen seine begründete Faszination und einen wirklichkeitsnäheren Wert auf der Grundlage von Einzigartigkeit, Gleichwertigkeit, Einmaligkeit und Endlichkeit mit der folgerichtigen Wertschätzung des aktuellen eigenen wie fremden Lebens.

Aus der Zweckfreiheit des Lebens ergibt sich die Freiheit des Lebens an sich; die Alternative und die Wirklichkeit ist die freiwillige Unterwerfung unter fremde Autoritäten, unter eingebildete Zwänge und Sinngebungen mit leeren oder diffusen Begrifflichkeiten und Idealen in Form von Heiligkeiten, Göttern, Geistern, Traditionen und Kulten. Ebenso entstehen Zwänge durch die Verdinglichung des Lebens mit selbst auferlegten Tugenden wie Zielstrebigkeit, Erfolgshunger, Leistungsstreben und Perfektionismus. Die Vernunft ist immanenter und notwendiger Bestandteil des Lebens, aber auch das Zulassen und Erleben von Emotionalität, Spontaneität, Kreativität und Intuitivität als "Pararationalität" ist lebensnotwendig, sinnvoll und konstitutiv für die Lebensgestaltung und für die Kultur als "zweite Natur".

Das Wesentliche des Menschen als Spezies wie als Individuum ist gerade die Pararationalität, die ihn vom Tier wie ebenso vom Roboter abgrenzt. In diesem Zwischenraum liegen Freiheiten, Gestaltungsmöglichkeiten, Motivationen und Herausforderungen für Mensch und Gesellschaft. Die Qualität des Menschseins liegt in der Freiheit, Zwanglosigkeit und Offenheit der eigenen Sinngebung als **Lebensfreude** und **Lebensinhalt**, die ihre Erfüllung als **Lebenswerk** finden können im Selbsterleben und in der sozialen und emotionalen Bedeutung des Subjekts für die unmittelbare Lebensgemeinschaft und ohne Zweifel auch in der gesellschaftlichen Betätigung und Bestätigung. Lebensfreude liegt in materieller Sicherheit und körperlicher Gesundheit, in Angst- und Stressfreiheit, in angenehmen Emotionen und sozialer Teilhabe, in der Befriedigung von Bedürfnissen. Lebensinhalte umfassen berufliche, familiäre, soziale, künstlerische und freizeitliche Tätigkeiten. Das Lebenswerk zeigt sich in Kreativität und Kompetenz, in Sinnhaftigkeit und Dauerhaftigkeit des Geschaffenen.

Wissenschaftliche Naturalisten wissen durch ständig zunehmende Belege, dass die Fundamente ihrer Theorien auf festem Boden stehen, wogegen Antimaterialisten, Animisten, Vitalisten, Obskurantisten, Spiritisten, Spiritualisten und Gnostiker immer wieder im Morast ihrer Spekulationen versinken, vorbei fließenden Modeströmungen hinterher laufen und folglich ihre ewigen Wahrheiten anpassen oder revidieren müssen. Der Körper-Geist-Dualismus findet so seine Erweiterung und Aktualisierung in den diffusen Schemen sprachlicher Nebelschwaden von Mystik, Theologie, Esoterik oder NewAge. Eine wesentliche Errungenschaft der Aufklärung ist die Entlarvung und Identifizierung von Göttern, Dämonen, Gespenstern, Geistern und Hexen als Mythen, Fiktionen, Legenden, Märchen oder Einbildungen im Gefolge des Pluralismus und der Freiheit der Ideen. Unbestritten gibt es unerklärliche und höchst erstaunliche Phänomene, die der naturalistischen Denkweise zu widersprechen scheinen, was aber sowohl der ungeheuren Diversität und Komplexität der Organismen mit einer unermesslichen Anzahl möglicher Zustände und Zustandsübergänge als auch der sinnlichen und der mentalen Beschränktheit des forschenden Geistes zuzuschreiben ist.

Die immerwährenden Lücken der Erkenntnis und des Wissens machen Annahmen und Hypothesen über die Welt in Form von Als-ob-Wahrheiten nützlich oder als Erwartungen, Hoffnungen und Illusionen sogar notwendig, wie der Philosoph Hans Vaihinger (1852-1933) geschrieben hat. In der ständig veränderlichen und undurchschaubaren Welt brauchen die Menschen Fixpunkte und Haltegriffe, um die Ängste und den Stress des Lebens zu mildern und zu bewältigen. Aus diesem Grund greifen sie gerne zu Hilfs- und Placebomitteln mit großspurigen Versprechungen wie

Astrologie, Homöopathie, Alternativmedizin oder Psychotechniken. Die unbewusste oder bewusst verdrängte Vermischung von Fiktion, Illusion und Wirklichkeit mündet dagegen in Selbsttäuschung und meist in individuelle und soziale Konflikte, oft genug mit tödlichen Folgen, wie die mittelalterliche Hexenjagd oder religiös motivierter Terrorismus.

Antimaterialismus oder Supranaturalismus verleitet unausweichlich zu einer verklärenden, verabsolutierenden, spekulativen und willkürlichen Blackbox-Betrachtung des Lebens mit Verheiligung und Mystifizierung desselben und bildet auf diese Weise seinerseits den Nährboden für Intoleranz, Bevormundung, Unterdrückung, Rassismus, Fremdenhass, Terror und Völkermord. Es ist einer der großen Fehler des Menschen, seinen Geist als eigenständige, heilige und ewige Wesenheit und als Selbstzweck zu betrachten; ihn damit zu entindividualisieren und den Ideologen, Theologen und sonstigen Gurus verfügbar zu machen und ihn endlos, ebenso wie erfolglos, manipulieren zu wollen oder manipulieren zu lassen, mit Komplexen des Versagens, der Schuld, der Höherwertigkeit oder Minderwertigkeit als Folge davon. Besonders junge Menschen mit wenig Lebenserfahrung sowie wissenschaftlich wenig gebildete Menschen sind durch die Vereinsamung und Verlorenheit inmitten der Suggestionen, Assoziationen und Versprechungen des Mediendschungels mit seinen nackten und vieldeutigen Schlagworten und Schlagzeilen wehrlos der **Tyrannei der Sprache** ausgeliefert und neigen dadurch zur manchmal gewaltsamen Anpassung der Welt und ihrer Bewohner an das fremdbestimmte Ich. Die täglichen Nachrichten liefern dazu die eindeutigen Belege.

Wenn eines Tages die Geheimnisse des Geistes enträtselt und entzaubert werden, dann werden viele Leute von seiner Banalität enttäuscht und über die Forscher verärgert sein und sich seiner Erkenntnis verweigern. Wahrer Geist muss seine Natur nicht verleugnen. Es bleibt den Menschen unbenommen, das mit der biologischen, besonders der zerebralen Komplexität zwangsläufig einhergehende individuelle Erleben mit Phantasie, Inspiration, Vorstellungsvermögen, Gefühlen, Affekten und Emotionen als persönliche Bezauberung, Sinnlichkeit, Ästhetik, Poetik, Sehnsüchte, Kreativität und Spiritualität zu deuten und zu bezeichnen und darin Gestaltungsmöglichkeiten sowie den Sinn des Lebens zu entdecken. Weltbilder, Wahrheitsansprüche, Moralvorstellungen und Handlungsvorgaben für die Allgemeinheit oder gar ethische Alleinvertretungsansprüche können und dürfen daraus nicht abgeleitet werden.

Eine zum Leben naturalistische Grundeinstellung ist die rationale Konsequenz aus der Summe der bisherigen und der noch zu erwartenden naturwissenschaftlichen Erkenntnisse. Sie ist keinesfalls ein weltanschauliches Vorurteil, weil sie nicht auf willkürlichen Vorannahmen oder sprachlichen Erfindungen aufbaut, im Gegensatz zu den bezüglich der Erkenntnis abgeschlossenen Glaubenssystemen. Es war die Aufklärung, die den Menschen die Begründbarkeit und die Überprüfbarkeit vernünftiger Lebens- und Handlungsweisen, sowie ihre Würde und Rechte als Menschen auf der Grundlage der Erkenntnisse über die Natur und die Natürlichkeit des Lebens, damit ihr Selbstverständnis und Selbstbewusstsein als gleichwertige und gleichberechtigte Bürger der Gesellschaft aufgezeigt hat.

Der hinreichend bekannte Vorwurf des wissenschaftsgläubigen, wertelosen Materialismus ist zumeist nicht in der Sache, sondern in Unwissenheit und häufiger in der hintergründigen Absicht der ideologischen Selbstbestätigung begründet. Man kann den Naturwissenschaftlern nicht zum Vorwurf machen, dass sie das Phänomen, das alltagssprachlich als Nebel bezeichnet wird, mit "Wassertröpfchen in der Luft" naturalistisch erklären. Vielmehr wäre es angebracht, den Begriff "Nebel" zu hinterfragen und seine Referenz, Bedeutung, Berechtigung, Verwendung und Herkunft zu prüfen. Die vergebliche Suche nach einer psychischen oder spirituellen Lebenskraft außerhalb oder über der Natur ist sowohl unter wissenschaftlichen wie unter kommerziellen Aspekten vergleichbar mit der Herstellung von Gold der Alchimie und dem perpetuum mobile der Physik.

Die Naturwissenschaften zeigen deutlich, dass der Mensch nicht über der Natur, sondern in ihr und infolge seiner Möglichkeiten und Wirkungen in ihrem Zentrum steht. Die sinnliche Wahrnehmung durch die Funktion der Sinnesorgane als Schablonen für die Erkenntnis ist unweigerlich ein Resultat natürlicher Prozesse und im Verlauf der Evolution geformt worden. Das Erkennen von Gestalten oder Gegenständen, Zuständen und Bewegungen als Grundlage allgemeiner Erkenntnis ist allein das Resultat von Phylogenese und Ontogenese sowie der Ratiogenese in Folge der kulturellen Vererbung. Von Anfang an ist der Mensch gezwungen, mit der Welt zu interagieren, um seine Bedürfnisse befriedigen zu können. Nur im Licht der geschichtlichen Entwicklung ist die gegenwärtige Welt zu verstehen, sowohl physikalisch als auch biologisch als auch gesellschaftlich und kulturell. Die zwingende Schlussfolgerung ist, dass die Vorstellung und Erkenntnis von der Welt, als erlebte Wirklichkeit von

Außenwelt und Ich, eine Repräsentation der Innenwelt ist. Die "Kopernikanische Wende" ist noch nicht vollständig.

Gleichgültig wie die Welt wirklich beschaffen und technisiert ist, jedes erfasste Signal muss immer so übersetzt oder rekonstruiert werden, dass sie mit unseren natürlichen Sinnen erkennbar wird, als unmittelbar visuelles Abbild, als Grafik auf Papier oder Bildschirm oder als mathematische Formel. Das Verständnis des Geist- und Kulturwesens Mensch kann nur im Bewusstsein und auf der Basis des Naturwesens Mensch funktionieren. Die darin versteckte Zirkularität ist unausweichlich und muss berücksichtigt und inkauf genommen werden: der Mensch ist das Maß aller Dinge. Wenn der Mensch wirklich Vernunft und Verstand hat, dann muss er damit leben können, ohne sich metaphysische oder fiktive und letztlich untaugliche Krücken zu bauen. Eine vernünftige und naturalistische Weltanschauung leugnet nicht die Existenz, die Wesenheit und die Bedeutung von Geist, Bewusstsein und Seele des Menschen, sondern versucht vielmehr, die Differenzen und die Brücken zwischen den unterschiedlichen Deutungs- und Begriffssystemen zu analysieren und aufzuzeigen.

Natur- und Lebenswissenschaft

Die Welt hat einen intuitiv-phänomenalen Erlebens- sowie einen wissenschaftlich-rationalen Erklärensaspekt. Wissenschaftlich-rationales Erklären und deutendes Erleben ("Erdeuten") mündet dann zusammen in ein humanistisches Verstehen, eine kritische und universale Hermeneutik der Welt- und Lebenserfahrungen als Prinzip und Prozess zur Gewinnung von Erkenntnis, Verständnis oder Wissen. Das Verstehen historischer Geschehnisse, wissenschaftlicher Beobachtungen und Kausalitäten, ethischer Verhaltensnormen und vertraglicher Verhaltens-bestimmungen ist Voraussetzung und Grundlage zweckmäßigen und zielorientierten, vernünftigen Planens und Handelns. Es ermöglicht die Abschätzung zukünftiger Handlungsfolgen und dadurch macht es auch vernünftige Zielsetzungen möglich.

Selbst die Naturgesetze können keine absolute Wahrheit und Kausalität vermitteln, denn sie beruhen letztlich nur auf Induktion, mindestens der Induktion über Raum und Zeit. Sie sind Produkte der menschlichen Erkenntnis und beschreiben scheinbar gesetzmäßige Beziehungen zwischen beobachtbaren Phänomenen der Welt. Wir nehmen an, dass die Welt sich nicht plötzlich grundlegend verändert, dass sie hinter unserem Rücken genauso funktioniert wie vor unseren Augen, dass die Dinge nicht aus dem Nichts entstehen und nicht spurlos im Nichts verschwinden. Solche Annahmen sind an sich nicht begründet, bzw. nur wieder durch Schlussfolgerungen aus Beobachtung und Erfahrung selber, also zirkulär ad infinitum. Die universale Gültigkeit dieser Annahmen ist aber unab-dingbare Voraussetzung für die Formulierung von Naturgesetzen. In den

Grenzen ihres zu bestimmenden Gültigkeits- oder Anwendungsbereiches können Naturgesetze jedoch als zuverlässiges Wissen, als "empirische Adäquatheit" nach Bas van Fraassen (*1941), akzeptiert werden, wie das Gravitationsgesetz von Newton in der klassischen Physik. Naturwissenschaft ist die Suche nach geeigneten Zeichensystemen und Beschreibungen für persistente Körper oder Gegenstände und wiederholbare Vorgänge als gesetzmäßige Erscheinungsformen der Welt, die mit den allgemeinen Erfahrungen kommensurabel sind und solche ersetzen oder vorwegnehmen können. Naturwissenschaftliche Erkenntnisse sind daher geeignet, finden ihre Bestätigung und Bewährung darin, Ausschnitte der Welt als Wirklichkeit zu simulieren, Erwartungen zu begründen und Ereignisse zutreffend vorherzusagen. Ihre Qualitätskriterien sind Intersubjektivität, Interkulturalität, Kommunikativität als Darstellbarkeit und Mitteilbarkeit, Reproduzierbarkeit oder Persistenz der Quellen, empirische Überprüfbarkeit oder Falsifizierbarkeit. Ihre Zuverlässigkeit kann gesteigert werden durch logische Vernetzung in der Gesamtheit der Naturgesetze sowie durch Redundanz, also Bewährung durch mehrfache und unterschiedliche Anwendungen.

Man könnte unterscheiden zwischen universal kausalen Wissenschaften - den elementaren Naturwissenschaften Physik, Chemie, Astronomie - und den individual phänomenologischen Wissenschaften komplexer Gegenstände, also insbesondere den Lebens- und Kulturwissenschaften, bei denen die Möglichkeiten und Formen der Wahrnehmungen, Erdeutungen und Erklärungen der Einzelphänomene als subjektives, relationales und geschichtliches Verstehen im Mittelpunkt stehen. Erstere operieren mit elementaren Objekten, mit empirischen Notwendigkeiten und

kausalistischen, universellen Gesetzmäßigkeiten, letztere mit kontingenten und individuellen Gestalten, Relationen, Strukturen, Prinzipien und Regeln, die in die Beschreibungen und Begründungen von Erscheinungen und historischen Geschehnissen eingehen mit Simulationen und Modellen für Projektionen und bedingte Prognosen.

Ein radikaler Reduktionismus der Lebenswissenschaften auf die Naturwissenschaften - insbesondere auf die Ebene der Physik als Physikalismus - wäre aus mehreren Gründen nicht möglich und nicht zweckmäßig:

1. Kein Mensch wäre in der Lage, die bei einer radikalen Reduktion anfallende, überwiegend redundante Information zu verarbeiten und zu kommunizieren. Es wäre so, als würde man ein Auto durch die Bewegungen all seiner Moleküle beschreiben wollen.

2. Die Informationen über das funktionale und zweckmäßige Zusammenwirken von Strukturen verschiedener Komplexitätsstufen und über ihre vielfältigen Beziehungen und Erscheinungsformen in der Welt würden verloren gehen.

3. Die Welt besteht aus einer Vielzahl identischer Strukturen bzw. Teilchen die nicht identifizierbar und beliebig austauschbar sind, je tiefer reduziert wird. Ähnlich wie in der Thermodynamik müsste das Verhalten aller Teilchen statistisch oder stochastisch erfasst werden, statt davon zu abstrahieren, wie bei einem Gegenstand als invarianter und deterministischer Form oder Gestalt von Teilchen aus einer oder mehreren Substanzen.

4. Die Physik befasst sich mit Körpern geringer Diversität und Komplexität

als Einheiten und deren Bewegungen und äußeren Verhalten. Sie befasst sich nur lückenhaft mit den inneren Eigenschaften und dem Verhalten von Körpern und ihren Teilen zueinander wie Plastizität, Verformbarkeit und Wandelbarkeit. Solche Eigenschaften erscheinen bei komplexen Körpern als emergente Erscheinungen oder als Selbstorganisation und sind charakteristisch für Organismen.

Entscheidend für das Verstehen eines Phänomens ist nicht die Reduktion der Komplexität auf die universell gültigen physikalischen Kausalitäten, sondern die zum Verstehen notwendige Analyse als *operationale Kausalitäten*, zwecks Vorhersagen, Rekonstruktionen, Simulationen, dem Erkennen von Analogien und adäquatem Handeln - in summa für ein zuverlässiges und zweckmäßiges Wissen zum Auftreten und zur Bedeutung von Erscheinungen.

Eine operationale Kausalität ist die Übertragung eines Signals zur Auslösung eines Ereignisses, z.B. der Startschuss beim 100m-Lauf oder der Sonnenschein für die Photosynthese. Dass ein Vogelschwarm der Gravitation unterliegt, bringt keine effektive Erkenntnis zum Verhalten des Schwarms, wohl aber die Untersuchung der Formen der Kommunikation zwischen den Elementen des Schwarms. Auch die physikalischen Kausalitäten sind im Prinzip operationale Kausalitäten, denn die Anfangsgründe des Seins, somit die "Urkausalitäten", sind für den Menschen nicht erkennbar. Niemand kann wirklich erklären, worin die Quelle oder Ursache der Gravitation liegt. Selbst wenn dies möglich wäre, stünde hinter dieser Ursache wiederum eine Ursache, ad infinitum. Zudem kann auch die Gravitation von anderen Kräften oder Einflüssen nie absolut isoliert

werden. Für wissenschaftliche Zwecke sind operationale Kausalitäten daher die angemessene Methode, sowohl bezüglich der Erkenntnis als auch zur Beschreibung der beobachtbaren Phänomene. Dabei ist ein Kompromiss zu finden zwischen der Universalität oder Allgemeingültigkeit und der Aussagekraft der Erklärung und Beschreibung. Die Funktionsweise des Bewusstseins im Begriffssystem der Physik zu beschreiben würde keine effektive oder zweckmäßige Erkenntnis zur Erklärung des Phänomens Bewusstsein bringen. Folglich gibt es keinen fundamentalen Unterschied in den Wahrheitsansprüchen zwischen Naturwissenschaft und Lebenswissenschaft, allenfalls Unterschiede in der Geltung und Zuverlässigkeit der wissenschaftlichen Erkenntnisse.

Atome haben definierte Strukturen und zeigen definierte Erscheinungsformen in Superstrukturen als Gegenstände oder Körper mit Kräften und Bewegungen. Ihre Stabilität über lange Zeit bildet das Rückgrat der materiellen, wahrnehmbaren und erfahrbaren Welt. Moleküle haben ebenfalls definierte Strukturen und Erscheinungsformen als Flüssigkeiten, Gase, Feststoffe mit spezifischen Eigenschaften. Zusätzlich können die Moleküle ihre Struktur auf Grund von Energieflüssen transformieren und sie treten in vielfältige Wechselwirkung mit anderen Molekülen, weshalb die Dauer ihrer Existenz stark variabel ist. Moleküle können bereits äußerst komplexe Strukturen als Makromoleküle bilden wie die Nukleinsäuren und die Polypeptide oder als Polymere. Die nächste Stufe der Aggregations- und Beschreibungsebene ist diejenige der biologischen Zellen, die um ein vielfaches komplexer sind und als Superstrukturen dann die Organe und Organismen bilden. Hier sind die Erscheinungsformen nicht mehr in der Sprache der Chemie zu beschreiben, sondern benötigen eigene Begriffe,

ein eigenes Fach- und Sprachgebiet als Biologie mit Anleihen aus den Begriffssystemen oder Vokabularen der Informatik, Semiotik, Linguistik und Kybernetik.

Das Charakteristikum der Biologie ist selbstverständlich das Leben mit all seinen Erscheinungsformen, die sich als Aggregation aus den Verhaltensmöglichkeiten und dem kybernetischen Zusammenspiel der hochkomplexen Moleküle ergeben, wie die helicale DNA und die gefalteten Polypeptide, sowie die membranbildenden Phospholipide und die polymeren Kohlenhydrate, die vielfältige Wechselwirkungen mit Nachbarmolekülen eingehen und autonom agierende, selbstorganisierende und selbsterhaltende Superstrukturen als arttypische und als individuelle Lebewesen bilden können. Es liegt auf der Hand, dass die Biologie sich ihrerseits wiederum reduktiv der Chemie und der Physik bedienen muss mit deren Konzepten von Energie und Entropie.

Somit ergeben sich für das Leben drei Hauptebenen funktionaler Beschreibungen:

1. die materielle Ebene der Atome und Moleküle als physikalische Körper mit universell gültigen, kausalen Zustands- und Bewegungsfunktionen und als chemische Substanzen mit Eigenschafts- und Transformationsfunktionen,

2. die kybernetische Ebene der Signale und der Kommunikation mit Speicher-, Übertragungs-, Vergleichs- und Schalterfunktionen als lokal gültige operationale Kausalitäten, sowie

3. die phänomenale Ebene der Signalwirkungen mit Wahrnehmungs-,

Gedächtnis- und Entscheidungsfunktionen für die Phänomene von Psyche und Geist sowie als Informationen und Symbole von Bewusstsein, Denken und Sprache als Grundlage von Verhalten.

Die verschiedenen Wissenschaften bilden verschiedene Sprachgebiete, Vokabulare oder Begriffssysteme zur adäquaten Beschreibung der unterschiedlichen Erscheinungsformen und Anschauungen der zu Grunde liegenden Strukturen. Die Grundlage dafür ist die mehrstufige Aggregation von Elementen der Empfindung und Wahrnehmung zu Gestalten, die teils schon durch die biologische Funktionsweise der Sinnesorgane selber bewirkt wird. Auch die Psychologie mit Gefühlen, Gedanken, Wille, Intelligenz und Bewusstsein lässt sich hier einpassen. Dabei wird die Sprache sogar selber zum Forschungsgegenstand. Da die Sprachen und die Begriffe aus der vorwissenschaftlichen Zeit stammen und historisch gewachsen sind, ausgehend von den subjektiv zu beobachtenden Phänomenen, gibt es keine Systematik der Begriffe und der Wissenschaften, so dass die traditionellen Begriffe nicht kommensurabel sind zu den wissenschaftlichen Erkenntnissen von heute. Zwischen Biologie und Psychologie besteht eine begriffliche Lücke, eben weil das ungeheuer komplexe Hirn als Struktur und seine charakteristischen Erscheinungsformen immer noch wenig erforscht sind und weil das tätige Hirn für Beobachtung kaum zugänglich ist.

Mit zunehmender Aggregation und Abstraktion eines Körpers oder Systems wird die Information der einzelnen Elemente reduziert und neue Begriffe für das aggregierte Ganze werden notwendig. Die Schluss-folgerung daraus ist, dass die Objektivität und Eindeutigkeit der

Wissenschaften und des Wissens mit zunehmender Komplexität des untersuchten Gegenstandes abnimmt und die Kontingenz der subjektiven Betrachtungen und Deutungen als Phänomene zunimmt. In komplexen Strukturen wie Organismen können viele verschiedene Ausschnitte als Substrukturen und ebenso viele verschiedene Verhaltensweisen isoliert und separat betrachtet und erforscht werden. So ist die Klassifikation der Lebensformen in der Geschichte der Biologie immer wieder verändert worden, weil die Merkmale zur Unterscheidung der Arten nicht scharf abgegrenzt, nicht eindeutig, oftmals willkürlich sind und auf die äußerlich beobachtbaren Merkmale beschränkt waren. Die Intelligenz des Menschen als Phänomen des Gehirns beinhaltet eine Vielzahl von Konzepten und Begriffen und kann entsprechend durch eine Vielzahl von Theorien und Ausdrücken beschrieben werden, bzw. jede Theorie beschreibt nur bestimmte partielle oder faktorielle und fast unausweichlich alters-, geschlechts-, zivilisations- oder kulturabhängige Aspekte der Intelligenz.

Die Diversität und Komplexität, die Multifunktionalität und Redundanz vieler organischer Substanzen wie auch vieler Organe ist ein deutliches Zeichen für die natürliche und selbstorganisierende Entstehung und Entwicklung des Lebens, sowie für die Zufälligkeiten oder Unplanmäßigkeiten seiner Architektur. Die Erforschung und Entdeckung einer für den Laien unvorstellbaren Vielfalt physikalischer und chemischer Effekte, die alles Leben einschließlich dem menschlichen Geist unsichtbar mitbestimmen, ist noch lange nicht zu Ende und wird noch viel Unbekanntes erschließen.

Es kann kein Zweifel darüber bestehen, dass aus dem Blickwinkel der Evolutionsbiologie Geist und Wissenschaft sowohl für das Individuum, als

auch die Gruppe, als auch die Spezies des Menschen insgesamt einen Überlebensvorteil bedeutet. Eine Bluttransfusion kann das Leben eines Kindes eher verlängern als ein Gebet oder Opfer für die Götter; die zuverlässige Vorhersage des Wetters und anderer geophysikalischer Ereignisse kann das Überleben einer Siedlung sichern; durch sprachliche und technische Kommunikation kommen die Erkenntnisse Allen zugute. Aber über Jahrtausende konnte die Menschheit sich auch ohne jede Wissenschaft im heutigen Sinn über die ganze Erde ausbreiten, ganz zu schweigen von der Überlebensfähigkeit der "geist- und bewusstseinslosen" Tierwelt! Bleibt nur darauf hinzuweisen, dass Wissen immer unvollständig bleiben wird und dass ausgerechnet der menschliche Geist die Auslöschung vieler hochentwickelter Spezies und möglicherweise auch der eigenen zur Folge haben wird. Evolution in der Sackgasse, oder Irrweg der Evolution?

Nachwort

Die Kognition, von der die kognitiv Begabten trotz Aufklärung und Wissenschaften immer noch zu mancher Selbsttäuschung verführt werden, was in den Tragödien und Zerstörungen der jüngeren Menschheitsgeschichte ersichtlich Ausdruck findet, ist eine Leihgabe der biologischen und der physikalischen Natur. Sie ist das Sahnehäubchen der Evolution und funktioniert nur auf dem Fundament und auf den Schichten des bereits Erlernten. Sie ist daher selbst ein evolutionärer und beständiger Lernprozess, wie es bereits Konrad Lorenz (1903-1989), Rupert Riedl und Gerhard Vollmer als *Evolutionäre Erkenntnistheorie* oder wie es die Konstruktivisten um Maturana/Varela und Glasersfeld/v.Förster beschrieben haben und als welcher sie in jüngerer Zeit Forschungsgegenstand der *Evolutionären Psychologie* (D.Buss, Tooby&Cosmides) und der *Evolutionären Entwicklungspsychologie* (D.Bjorklund, A.D.Pellegrini, S.Oyama) als Erben der Soziobiologie geworden ist. Hervorzuheben ist die gegenwärtige Konvergenz von Entwicklungs- und Evolutionsbiologie als EvoDevo in der Nachfolge des Evolutionsbiologen C.H.Waddington (1905-1975), sowie die Ablösung der traditionellen Dichotomie angeboren/erlernt oder nature/nurture (M.-J.West-Eberhard, G.Gottlieb). Die neueren Entwicklungen der Evolutionsbiologie werden in der "erweiterten synthetischen Evolutionstheorie" (M.Pigliucci/G.Müller) zusammengefasst, die eine Lücke bezüglich der Variation oder Speziation ausfüllt und somit den größten Fortschritt seit Darwin bedeutet. In der Kognitionswissenschaft geht der Weg in Richtung eines erneuerten Materialismus durch Einbeziehung des körperlichen Organismus in das kognitive System als Embodiment. In dieselbe Richtung zielt die

Kinästhesie des amerikanischen Psychologen und Verhaltenskybernetikers Karl U. Smith (1907-1994), sowie die *multiple code theory* der Psychoanalytikerin Wilma Bucci mit symbolischen, subsymbolischen, verbalen und subverbalen Formen von Sinnesreizen und Empfindungen.

In den evolutionären Wurzeln liegen die Gründe, warum es bis heute keine wirklich intelligenten Maschinen gibt und keine wirklich intelligenten Menschen. - Ausdruck von letzterem und erstrebenswerte Vision wäre eine **globale Kultur der Menschlichkeit**. Zwar steht der Überlebenskampf unausweichlich immer im Vordergrund, aber die Kognitive Kybernetik ist das Werkzeug, um ihn zu führen und daran anknüpfend das eigentliche Menschsein mit Kultur, Forschung, Wissenschaft, Philosophie, Kunst, Architektur, Musik, Poesie, Spiel, Sport und anderen lebens-verschönernden Aktivitäten als säkularer Humanismus zu ermöglichen und zu gestalten.

Ein Kennzeichen der modernen Welt ist die mit individuellen Freiheiten verknüpfte, einseitig leistungsoptimierende Arbeits- und Zuständig-keitsteilung in immer komplexer werdenden Institutionen von Industrie, Wirtschaft und Gesellschaft. Damit einher geht die unvermeidbare Fragmentierung der Information und der Verlust des Durchblicks und des Überblicks bezüglich der Lebenswelt. Die Menschen, insbesondere Führungspersonen wenn sie zwischen Branchen wechseln, können die Wirkungen ihrer Tätigkeit nicht mehr vollständig überblicken, zumal die Folgen vom Wohnort und meist auch vom Arbeitsort räumlich und zeitlich entkoppelt sind und daher nicht wahrgenommen werden, so dass dem kybernetischen Funktionsprinzip der Kognition die Grundlage in Form der

informativen Rückkopplung entzogen wird. Spar- und Anlagekapital wird anonym investiert, wobei die Investoren ausschließlich an Rendite und nicht an den realen Folgen ihrer Investments interessiert sind. Die unausweichliche Folge sind partikulare Verantwortlichkeiten und dadurch fehlendes Verantwortungsbewusstsein für die Wirkungen und die Folgen der eigenen Tätigkeiten, welches sich kumulativ auswirkt in der allmählichen Zerstörung der ökologischen Lebensgrundlagen für die gesamte Menschheit.

Die globalen Finanz- und Wirtschaftskrisen, die Umweltverschmutzung und der durch Treibhausgase in der Atmosphäre verursachte Klimawandel sind die ersten großen, dadurch ausgelösten Krisen mit drohenden Katastrophen. Daher ist die beständige Überwachung und Kontrolle von Atmosphäre, Meeren und Natur notwendig hinsichtlich Veränderungen und Schädigungen. Hier liegt eine der größten kybernetischen Herausforderungen für die Gestaltung der Zukunft der gesamten Welt. Da es hierbei um eine neue Qualität in der Bestimmung gesellschaftlicher und globaler Ziele, Perspektiven oder Entwicklungsleitlinien geht, ist dies eine Aufgabe der Soziokybernetik auf der Ebene der Staatengemeinschaft. Die Einschränkung von Freiheiten für die Unternehmen hinsichtlich der Gestaltung und Herstellung des Produktangebots durch Einführung von Regeln und Grenzwerten ist unausweichlich.

Freiheit braucht die Rückkopplung und Bewertung des Handelns, weil eine zuverlässige und fehlerfreie Planung in einer pluralistischen und dynamischen Welt nicht möglich ist. Erforderlich sind umfassende Informations- und Kommunikationssysteme, angefangen bei der

satellitengestützten Sensorik, um die kybernetischen Rückkopplungsschleifen schließen zu können zur Gewährleistung eines nachhaltigen Umgangs mit den begrenzten, lebensnotwendigen Ressourcen. Das Problem dabei ist heute nicht mehr die Technik, sondern die Auswahl, die Festlegung und die Durchsetzung der richtigen Regel- und Stellgrößen.

Kybernetik bedeutet Ordnung, Planung, Steuerung, Kontrolle, Zielstrebigkeit. Den Gegenpol dazu bildet die Entropie als Unordnung, Spontaneität, Kreativität, Chaos, Ungezwungenheit, Freiheit. So haben Kybernetik und Entropie nicht nur für Physik und Technik Bedeutung und Nutzen, sondern bekommen Bedeutung auch für Biologie, Psychologie und Soziologie. Die Kybernetik ist ein Mittel zur Erfüllung eines Funktionszweckes und ist nicht auf Steuerungs- und Regelungsprozesse beschränkt, sondern umfasst auch Auswahl- oder Ausleseprozesse wie die natürliche Selektion und Gleichgewichtsprozesse wie die Homöostase oder die Marktwirtschaft als scheinbare Regelungsprozesse. Ein Funktionszweck ist einem Organ im Organismus oder einem Organismus im Sozialgefüge zugeordnet. Der Biologe Pittendrigh hat 1958 dafür den Begriff der *Teleonomie* eingeführt, zur Abgrenzung gegenüber der Teleologie, einer ontologischen Zwecksetzung, die es in der bewusstseinslosen Natur nicht geben kann, weil sie als Finalität einen Widerspruch zum Kausalitäts- und Evolutionsprinzip sowie zum Entropiesatz der Thermodynamik darstellen würde. Funktionszweck und Teleologie, Zielstrebigkeit oder ontologische Zwecksetzung sind Deutungen des menschlichen Selbstbewusstseins als regulative Idee oder Kategorie von Erkenntnis aus frühkindlichen Erfahrungen, wie sie dem Vitalismus zu Grunde liegt. Hier schließt sich der Kreis zur Inversion der Kybernetik.

Am Schluss darf noch angemerkt werden, dass nach neueren Erkenntnissen der Populationsgenetik unsere Vorfahren vor erst etwa 60.000 Jahren aus einer Stammpopulation entstanden sind und sich über die Welt verbreitet haben, so dass das evolutionäre Erbe noch weitgehend homogen und von der ursprünglichen Lebensweise geprägt ist. Aus diesem Grund gibt es keine biologisch eindeutig unterscheidbaren Menschenrassen oder Unterarten. Die modernen Verkehrs- und Kommunikationsmöglichkeiten sorgen heute für die globale Verteilung und Vermischung des menschlichen Genpools, so dass isolierte Wege der Evolution ausgeschlossen sind. Dadurch wird die Evolution der Menschheit wohl in eine Konsolidierung münden. Darüber hinaus zeigt sich zunehmend, dass das Bewusstsein gerade wegen seiner fixierten Zielgerichtetheit biologische und ethologische Anpassungen, Veränderungen, Abweichungen oder Korrekturen verzögert, verhindert oder ausmerzt, sich somit zwangsläufig als Irrweg der Evolution erweisen kann. Wäre dagegen jedes Tun des Menschen mit einer Rückkopplung verbunden, so dass er die Folgen seines Tuns immer erkennen könnte, dann wäre der Mensch voller Angst oder Unfähigkeit zu einer Entscheidung paralysiert und kaum überlebensfähig. Die Freiheit des Willens und des Handelns liegt auch in der Unkenntnis der Folgen, nur dadurch waren Kultur und Fortschritt möglich.

Zusammenfassung

In Anlehnung an die von Norbert Wiener begründete Technische Kybernetik kann man die Funktionsweise der nichttechnischen, natürlichen Welt unterteilen in eine Physikalische und eine Kognitive Kybernetik mit charakteristischen Eigenschaften. Kognitive Lebensformen können auf Grund ihrer Sinnes- und Gedächtnisleistungen angeborene oder selbstbestimmte Ziele anstreben. Ihr Verhalten ist dementsprechend nicht nur von der Ausgangssituation, sondern vielmehr von der Zielsituation abhängig. Dieser Gegensatz steht hier im Mittelpunkt als "Inversion der Kybernetik". Im Zentrum der Kognition steht die individuelle Erwartung, die wesentlich von persönlicher Erfahrung und zwischenmenschlicher Kommunikation gespeist wird. Erfolgreiches Verhalten in einer unbeinflussbaren Umwelt setzt ständige Kontrolle der Umweltsituation und der eigenen Situation voraus. Dies geschieht in Form von Rückkopplung durch vielfältige Wahrnehmung und unwillkürlichen Vergleich mit gespeicherten Datenmustern und Signalen, sowie Interpretation der Wahrnehmungen durch Zuordnung von Bedeutung. Hinzu kommt die Auswertung der Wahrnehmungen als Erfahrung für künftiges, erfolgreiches Verhalten; das ist ein Merkmal von Intelligenz und ist Baustoff für Erwartungen. Die motorische Rückkopplung zur unmittelbaren Steuerung von Aktivitäten wird ergänzt durch eine kognitive Rückkopplung. Dazu ist die dynamische Formbarkeit des neuralen Apparates und ein "neuronaler Kreisverkehr" notwendig, in dem Verknüpfungen immer wieder neu gebildet werden können.

Im Gegensatz zur Technischen Kybernetik bleibt der neurale Apparat vom

Anfang des Lebens bis zu seinem Ende in Betrieb. Nur so ist die kontinuierliche, quasi von Null ausgehende Entwicklung des kognitiven Apparates durch Akkumulation und dynamische Speicherung von Information möglich. Charakteristisch für kognitive Lebensformen ist die **empfängergesteuerte Kommunikation** mit der Außenwelt im Gegensatz zur sendergesteuerten Kommunikation ihrer Innenwelt, wie in der Physikalischen Kybernetik. Das für alle kognitiven Funktionen notwendige Gedächtnis wird ermöglicht durch die allgemeinen chemischen Gesetzmäßigkeiten und biologisch durch kommunizierende Prozesse, die gegenseitig Substanzen bzw. damit verbundene Information in Form von Strukturänderungen austauschen, mit anhaltenden Gleichgewichts-zuständen, oder allgemeiner mit stationären Zuständen. Entscheidende Bedeutung hat die **Redundanz** der inneren Strukturen wie die der vielfältigen Wahrnehmungsformen. Sie ist es, die wie im **Bootstrapping**-Verfahren selbsttätiges, evolutionäres Lernen ermöglicht durch das Erkennen von Ähnlichkeiten, Zusammenhängen, Beziehungen und Gesetzmäßigkeiten, somit das fortwährende Erweitern von Bekanntem aus Unbekanntem und sie ist mit Sicherheit eine der physiologischen Bedingungen für Kognition und für Bewusstsein. Sie ist es auch, die trotz funktionaler und oberflächlicher Gleichheiten einen hohen Grad an Individualität ermöglicht.

Das Bestimmen und das Erreichen von Zielen sind die Komponenten der Intelligenz als Integration von Verstand und Vernunft des Individuums. Das Erreichen der gesetzten Ziele ist Gegenstand der Kybernetik und erfordert formales Wissen und rationalen Verstand, während die Bestimmung vernünftiger Ziele im Allgemeinverständnis die eigentliche Intelligenz mit

Emotionalität, Kreativität, Intuition und Phantasie ausmacht und bis heute den Menschen von der Maschine unterscheidet.

Ebenso wenig wie man Semantik aus Syntax logisch ableiten kann, ebenso wenig kann man Zielsetzung aus Wahrnehmung logisch ableiten, denn Zielsetzung ist eine Konsequenz von Semantik und Wahrnehmung ist eine Konsequenz von Form und Syntax. Das bedeutet nichts anderes, als dass zwischen Reiz und Reaktion kein logischer oder gesetzmäßiger, sondern allenfalls ein empirischer Zusammenhang oder eine statistische Signifikanz bestehen kann, weil es nicht möglich ist, aus Wahrnehmungen allein durch Anwendung von Regeln, Algorithmen oder Maschinen zielgerichtete Handlungen abzuleiten. Tatsächlich werden die Ziele in der Technischen Kybernetik auf syntaktische Symbole reduziert und dem System von außen per Programm oder Konstruktion vorgeschrieben. Während in nichtmenschlichen biologischen Systemen ausschließlich die lebenswichtige Bedeutung von Wahrnehmung rezipiert wird, ist es beim Menschen sowohl Bedeutung (Semantik) als auch Form (Syntax), so dass eine Transformation von Form zu Bedeutung notwendig wird, die Sprache und Bewusstsein ermöglicht bzw. darüber realisiert wird. Ein kognitives System muss daher fähig sein, aus seinen Wahrnehmungen über Bedeutungen selbsttätig Erkenntnis und Wissen zu erwerben und zu formen, bzw. ein kognitives System wird gerade durch diese Fähigkeiten definiert. In dem Zusammenspiel von der Evolution vorgegebener redundanter Strukturen und kommunizierender Prozesse ist das große Geheimnis zu suchen. Die Grundlage dafür bilden die reversiblen und wiederholbaren Wechselwirkungseigenschaften organischer Moleküle als Enzyme, Rezeptoren und Transmitter, die aus Sicht der

Informationsverarbeitung logische Vergleiche und in Folge dessen Entscheidungen, logische Verzweigungen und strukturelle und zeitliche Transformationen als Erzeugung von Information bewirken. Im Unterschied zum Computer gibt es im neuronalen Netz keine Trennung zwischen Speicher und Prozessor. Das Gehirn ist keine Maschine, die Intelligenz und Gefühle oder Geist und Seele als Produkt erzeugt, sondern die Vorgänge im Gehirn selbst sind das Produkt.

Als Wirkungskreise und Wirkungsnetze erscheinen kommunizierende Prozesse nach außen wie Regelkreise und können so falsche Kausalrelationen vortäuschen und irrtümlich als Indiz für eine Teleologie des Lebens interpretiert werden. **Organismen sind nicht Regelungssysteme, sondern hoch diversitäre Systeme lokaler, spezifischer Gleichgewichte**; geprägt, immer bedroht und zur Reaktion angeregt durch die vielfältigen und unablässigen Einwirkungen (Maturana/Varela: Perturbationen) ihrer Umwelt. Regelungssysteme in Organismen würden Variation und somit die Evolution prinzipiell unmöglich machen. Rückkopplung ist nicht Konstruktionsprinzip, sondern zwangsläufige Konsequenz chemischer Reflexivität, Reversibilität, Spezifität, Selektivität und Komplexität sowie unterschiedlicher, periodischer und ununterbrochener Zyklen natürlicher Energiezufuhr und Energieabfuhr. **Auf dieser Ebene, der Spezifität und Selektivität hochstrukturierter Moleküle, findet also die scheinbare Inversion der Kybernetik statt**. Signale werden blockiert, verändert oder weitergeleitet, chemische Reaktionen werden gefördert oder gehemmt, biologische Prozesse bis hinauf zu Funktionen des menschlichen Geistes werden auf diese Weise eingeleitet, moduliert oder beendet. Die hochstrukturierte

Materie in Form von Zellen, Organellen und Kompartimenten sorgt dafür, dass die Moleküle mit hoher Wahrscheinlichkeit miteinander reagieren. Nicht Materie an sich bringt Geist hervor, sondern das gesetzmäßige Verhalten der Materie zueinander als Strukturbildungen und Strukturtransformationen unter der Wirkung der physikalisch-chemischen Kräfte und Energien. Auch Autopoiese und Kognition finden darin ihre biologische Begründung. Der "**kybernetische Naturalismus**" bildet die Brücke zwischen Körper und Geist. Psyche und Sozialverhalten des Menschen schließlich sind nur beschränkt zu erklären mit Gesetzen und Werkzeugen der Kybernetik. Vorwiegend aus kulturhistorischen Gründen fristen sie noch immer ein Schattendasein zwischen rationaler Wissenschaft und Technologie einerseits und Aberglaube und Religionen andererseits. Wenn die Kognitive Kybernetik einen Zweck und eine Bedeutung in der Evolution hat, dann muss sie einen Beitrag zum *struggle for life* leisten, indem sie das psychische Wohlbefinden bzw. das "seelische Gleichgewicht" des kognitiven Individuums als optimistische Lebensperspektive mit dem Wunsch und der Möglichkeit zur erfolgreichen Fortpflanzung fördert.

Der Wissenschaftler konzentriert sich wegen der unüberschaubaren Komplexität des Organismus auf eine einzelne Wirkung als zu untersuchende Funktion und abstrahiert von den anderen, für die Funktionsweise und den Funktionszweck irrelevanten Wirkungen. Aber gerade in einem Organismus sind wegen der Komplexität alle Wirkungen von Bedeutung und können nicht ohne Informationsverlust vernachlässigt werden, weil sie Glieder in Ereignis- und Wirkungsketten sind. Das Fazit ist, dass die nebensächlichen Wirkungen von Materie auf Materie in

Organismen extrem vielfältig und in ihren Erscheinungen weitestgehend unbekannt und unerklärlich sind. Die offene Frage, insbesondere bezüglich des Bewusstseins, ist die gegenseitige Wirkung materieller Substanzen als Phänomen. Daher wird hier als Bezeichnung dafür der Ausdruck **"phänomenologischer Materialismus"** gewählt.

Ein elementarer Prozess der Natur, der Evolution und des Lebens ist das Bootstrapping. Ein System muss aus einer Anfangsposition heraus sich selbst entwickeln, ohne Steuerung von außen. Die Bedingung dafür ist Redundanz, so dass aus jedem der instabilen Zustände im Verlauf der Entwicklung über Redundanz der jeweils nächste Zustand erreicht werden kann. Der Übergang von einem Zustand zum nächsten kann determiniert oder willkürlich sein, je nach Umfang und Bestimmtheit oder Unbestimmtheit der Redundanz. Jeder Zustandswechsel ist begleitet von der Erzeugung oder dem Import neuer Information aus der Umwelt oder der eigenen Systemkonfiguration. Die Entwicklung der Sprachfähigkeit wie auch die Evolution des Lebens und die Entwicklung des Individuums sind Beispiele für Bootstrapping-Prozesse.

Die Gegenwart zeigt deutlich, dass der Mensch den durch ihn selber geschaffenen Konsequenzen und Erfordernissen der technisierten Welt evolutionär nicht gewachsen ist. Die Zersplitterung der Information durch die Arbeits- und Zuständigkeitsteilung der global industrialisierten Welt verhindert die Rückkopplung der eigenen Handlungswirkungen und verhindert dadurch das Bewusstsein für globale Verantwortung. Ohne eine Revolution seines Selbstverständnisses, seines Wirkungsbewusstseins und ohne die Erkenntnis und die Schaffung der dafür notwendigen

kybernetischen Bedingungen droht ihm in absehbarer Zeit die Selbstauslöschung durch die unaufhaltsame Vernichtung seiner Lebensgrundlagen. Nur eine global angelegte Kybernetik mit Reflexion der Zielsetzungen vermag dies zu verhindern. Es gibt weder eine Verpflichtung noch eine Erfolgsgarantie für die Erhaltung der eigenen Art, die Bemühung jedoch zur Erhaltung der Lebensgrundlagen sollte aus Verantwortung für die Nachkommen als moralische Pflicht akzeptiert werden.