

ZEIT – MEHRZEITIGKEIT – POLYRHYTHMIE

oder

das polylogische orchestrion ^{*)}

"... in der Schrift und der Mechanik ihrer Buchstaben- und Symbolkombinationen ist die abstrakte Grundkonzeption der Maschine bereits angelegt, und insofern, als jede Hochkultur Schriftkultur ist, haben sie alle eine hintergründige Beziehung zum Maschinellen."

"... die Maschine ist ihr Schicksal."

Gotthard Günther ¹

1. EXPOSITION

Obwohl oder gerade weil sich der folgende Beitrag ganz wesentlich um die Arbeiten des Philosophen und Logikers Gotthard Günther rankt, den man mit Fug und Recht als einen der bedeutendsten Philosophen des 20. Jahrhunderts bezeichnen kann, sei an den Anfang dieses einleitenden Abschnitts ein Zitat aus dem Buch eines ganz anderen Autors, nämlich Vilém Flusser² gestellt. In dem Buch *Vom Subjekt zum Projekt – Menschwerdung* lesen wir unter der Überschrift *Technik entwerfen* unter anderem folgendes:

"... Die Tatsache, daß wir uns Abwesenheit von Technik nicht einmal vorstellen können, legt nahe, daß «Technik» ein Wort ist, welches etwas meint, das so eng mit uns verbunden ist, daß wir davon nicht Abstand nehmen können. Technik und Mensch scheinen einander gegenseitig zu implizieren, und das meint wohl der Ausdruck «Homo faber» (der am besten mit «fügender Mensch» übersetzt wird). Falls wir mit «Mensch» das Gegenüberstehen meinen (also «Subjekt», «Ek-sistenz»), dann bedeutet «Technik» die Einstellung des Gegenüberstehens. Anders gesagt, «Technik» ist das Verbum des Substantivs «Mensch» und «Mensch» das Substantiv des Verbuns «Technik», und falls man dagegen einwenden wollte, daß «Technik» doch ein Substantiv zu sein scheint, so ließe sich statt dessen auch «existieren» sagen. Mit dieser Definition von «Technik» als einem Synonym von «existieren» läßt sich operieren.

Mit ihr wird nämlich sofort deutlich, warum es bei der gegenwärtigen Krise vor allem darauf ankommt, die Technik zu bedenken. Falls es sich bei dieser Krise um ein Umstellen vom Subjekt zum Projekt handelt, wie dieses Buch zu zeigen versucht, dann geht es um eine Krise der Technik. Bedeutete Technik bisher «existieren» im Sinn von «gegenüberstehen», so vollzieht sich gegenwärtig eine Umstellung, bei der sich die Technik wie ein Handschuh umstülpt und «existieren» nun den Sinn von «entwerfen» erhält. «Technik entwerfen» hieße demnach, sich aus der Unterwürfigkeit ins Entwerfen zu entwerfen, aus dem Selbst ins offene Feld der Möglichkeiten. Eine derart radikale und sich in den eigenen Schwanz beißende Formulierung der Frage nach der Technik verlangt danach, plausibel gemacht zu

^{*)} E. von Goldammer: Beitrag für Buchprojekt "Theorie- Prozess - Selbstreferenz", (Oliver Jahraus & Nina Ort, Hg.), UVK-Verlagsgesellschaft, Konstanz 2003, p.129-185.

¹ G. Günther, "Maschine, Seele und Weltgeschichte", in: Beiträge..., Bd. 3 (Siehe Literaturliste am Ende des Aufsatzes).

² V. Flusser, "Vom Subjekt zum Projekt – Menschwerdung", p.133: Technik entwerfen, Fischer TB-Verlag, 1998.

werden. [...] Dieses moderne Verständnis der Technik (und damit der Existenz) steckt voller Widersprüche, die jedoch eingeklammert bleiben können, da hier die Ansicht vertreten wird, daß das moderne Verständnis der Technik gegenwärtig nicht mehr zutrifft. (Darum muß man den Marxismus im Bauch, aber nicht im Kopf haben.)..."

Das von Flusser beschriebene Verhältnis von Mensch und Technik besagt – vereinfacht ausgedrückt - nichts anderes, als daß sich Mensch und Technik wechselseitig bedingen, d.h. ohne Mensch keine Technik - das ist trivial - und umgekehrt, ohne Technik kein Mensch(sein). Obwohl letzteres auf den ersten Blick nicht mehr ganz so trivial zu sein scheint, bildet dieses Wechselspiel von Mensch und Technik nicht das zentrale Thema sondern nur den Hintergrund, die Kulisse, des vorliegenden Beitrags. Als Statisten auf der Bühne erleben wir, wiederum im Hintergrund, die mehr oder weniger kontrovers geführten Diskussionen über Gentechnik, Gehirnforschung, Robotik, Nanotechnologie und Biocomputer und ähnliche Themenkreise.

Was allerdings zum unmittelbaren Thema gehört, ist die von Flusser angesprochene "Krise der Technik" und das voller Widersprüche steckende moderne Verständnis von Technik (und damit unserer Existenz), wie Flusser es nennt. Ob man dazu den Marxismus im Bauch haben muß, erscheint uns allerdings fraglich, es sei denn Flusser meint damit den Begriff der Dialektik. Dieser allerdings gehört ebenfalls zum zentralen Thema unseres Beitrags.

Wenn von Widersprüchen in dem Verständnis von Technik gesprochen wird, dann ist es unumgänglich das heute allgemein verbreitete Wissenschaftsverständnis zu hinterfragen. Flusser stellt die Frage nach dem Wissenschaftsverständnis ebensowenig wie dies in allen anderen heute geführten Technikdiskussionen geschieht. Aber genau hier liegt das Problem. Man muß nicht erst begründen, daß unsere Vorstellungen von Technik geprägt sind durch das heute vorherrschende wissenschaftliche Weltbild und dieses wird dominiert von den Naturwissenschaften als Basis moderner Technik.

Bei allen noch so kontrovers geführten Diskussionen über Technik und deren Folgen wird diese Basis jedoch in aller Regel nicht in Zweifel gezogen. Man geht wie selbstverständlich davon aus, daß in einer Gesellschaft in der zwar Mobilität und Veränderung zu einem gesellschaftlichen Kult geworden sind und Wissenschaft in immer kürzeren Zyklen alles verändert, die Grundlagen der Wissenschaften selbst immer noch als unveränderbar – als zeitlos – gedacht werden können. Spätestens seit die Biologie zur Leitwissenschaft gekürt wurde, ist diese Annahme jedoch mehr als obsolet geworden.

Geht man an dieser Stelle davon aus, daß die Biologie oder allgemein die Biowissenschaften lebende Systeme erforschen, dann bedarf es zunächst einmal eines einfachen Indikators, der angibt, was denn lebende Systeme prinzipiell von toter Materie unterscheidet. Da lehrt uns die moderne Biologie, daß dies vor allem die kognitiven Fähigkeiten sind, die der toten Materie fehlen und die wir infolgedessen nur bei lebenden Systemen finden.³ Damit hat man es aus wissenschaftlicher Sicht aber mit selbstreferentiellen, d.h. mit selbstrückbezüglichen Systemen und Prozessen zu tun.

³ Siehe dazu z.B.: F. Varela, "Principles of Biological Autonomy", in: General Systems Research (G. Klir, ed.), Vol.II, North Holland Publ., Amsterdam, 1979.

Selbstreferenz ist somit eine Voraussetzung von Leben und nicht ein lästiges Anhängsel, welches man bei der Erforschung von Leben erst einmal vernachlässigen kann, wie dies heute in den Biowissenschaften im allgemeinen geschieht. Solange also die Biowissenschaften die synthetische Einheit lebender Systeme lediglich zu einem Haufen von hetero-referierender, nur äußerlich miteinander verbundener Subsysteme, reduzieren, werden die Bemühungen um eine Theorie des Lebendigen – wenn es denn solche Bemühungen überhaupt gibt – sich als eine Sackgasse erweisen.

Beim Mainstream der Scientific Community herrscht heute immer noch der unbeirrbar Glaube vor, daß wenn der Haufen an wissenschaftlichen Daten erst einmal groß genug geworden ist und sich damit die entsprechende Kompliziertheit eingestellt hat, daß sich dann auch die Selbstreferenz von alleine melden wird. Das ist jedoch schierer Aberglaube, denn man verwechselt dabei Kompliziertheit (der Beschreibung) eines lebenden Systems mit der logischen Komplexität seiner Beschreibung, da man bis heute noch nicht gelernt hat, diese beiden Begriffe wissenschaftlich und logisch voneinander zu unterscheiden.⁴

Mit anderen Worten, nicht die Quantität, also die Menge der Daten oder die Menge des Speicherplatzes oder die Rechengeschwindigkeit der Prozessoren eines Computers sind von grundlegender Bedeutung für die Entwicklung einer (formalen) Theorie selbstreferentieller Systeme. Es ist ein qualitatives – ein wissenschaftslogisches – Problem, welches gelöst werden muß, wenn es darum geht, eine Theorie lebender Systeme zu entwerfen und damit den Weg zu einer trans-klassischen Technik vorzubereiten. Es ist also, um es einmal etwas verkürzt und plakativ auszudrücken, vornehmlich ein Software-Problem und nicht primär ein Defizit an Hardware, welches bewältigt werden muß.

Interessanterweise mutiert das hier vorgestellte Thema der Selbstreferentialität in den Neurowissenschaften heute zu einer Frage nach dem Verständnis von "Zeit". So eröffnet beispielsweise Varela⁵ seinen Beitrag vor der New York Academy of Sciences wie folgt:

⁴ Siehe dazu: R. Kaehr, "Skizze einer graphematischen Systemtheorie":

<http://www.techno.net/pkl/>

Weitere Literatur zum Thema "Selbstreferentialität in Biologie und Technik:

E. von Goldammer & R. Kaehr, "Problems of Autonomy and Discontextuality in the Theory of Living Systems", in: 'Analyse dynamischer Systeme in Medizin, Biologie und Ökologie', Reihe: Informatik-Fachberichte (D.P.F.Möller, O.Richter, Hrsg.), Springer Verlag, 1991, p. 3-12.

E. von Goldammer & R. Kaehr, "Das Immunsystem als kognitives System." 5. Ebernburger Gespräch, GI-AK 4.5.2.1 ASIM, "Fortschritte der Simulation in Medizin, Biologie und Ökologie 4: März 1992, Informatik-Berichte 92/6 TU Clausthal, S. 249-259.

E. von Goldammer, J. Paul & C. Kennedy, "Dead and Living Systems : Their relation to formal and logical description" in: Cybernetics and Systems (R.Trappl, ed.), Vol.I, Proc.of XIII Europ.Meeting in Cybernetics and Systems Research, Wien, 1996, p.213-218.

E. von Goldammer & J. Paul, "Autonomie in Biologie und Technik", Jahrbuch für Komplexität in den Natur-, Sozial- und Geisteswissenschaften, Band 6, "Realitäten und Rationalitäten", (A. Ziemke & R. Kaehr, eds.), Duncker & Humblodt, Berlin, 1996. – <http://www.vordenker.de>

⁵ F.J. Varela, "A Dimly Perceived Horizon: The Complex Meeting Ground between Physical and Inner Time", Annales of the New York Academy of Sciences, 879 (1999) 8-28. and F.J. Varela, "The Specious Present: A Neurophenomenology of Time Consciousness", in: Naturalizing Phenomenology, (J. Petit, F.J. Varela, B. Pachoud, J.-M. Roy, eds.)

"The question I wish to address is the following. At face value, there are two kinds of time: *inner* time and *physical* time. The first is the linear sequence of moments given by the clock we live by, and the other is what we live in. Both are valid as sources of facts and of scientific investigation. The first gives rise to well-developed physical theories; the other, to human temporality, centered on the present and manifesting as a threefold unity of the just-past and the about-to-occur. Both can be developed in precise scientific detail ..."

und er fährt fort, indem er eine kurze Beschreibung der heutigen experimentellen Situation in den kognitiven Neurowissenschaften gibt⁶:

"...Instead of a long historical discussion, let me turn right away to a classic example that illustrates the situation very well. This is the chromatic phi-phenomenon, where a red light followed by a green light is shown at a specific temporal distance. The common perception is that of an 'apparent' jumping of the lights, but interestingly the light changes color at midcourse! Unless we wish to assume a violation of the direction of causality, we are forced to conclude that perceived temporality is not simply isomorphic to linear time. Thus, this is a paradigmatic example of the needed distinction of not a single, but at least two kinds of time...."

Wir werden auf dieses Thema zurückkommen. Hier ist zunächst entscheidend festzuhalten, daß es aus logischer Sicht völlig gleichgültig ist, ob Mehrzeitigkeit oder Selbstreferentialität formal wissenschaftlich thematisiert wird -- in beiden Fällen entpuppt sich dieses Thema als ein wissenschaftslogisches Problem, das es zu lösen gilt.

⁶ Das hier erwähnte phi-Phänomen gehört zu einer Reihe von Paradoxien, wie beispielsweise die beobachtete Umkehrung des Kausalitätsprinzips, die in den Neurowissenschaften heftig umstritten sind: siehe dazu Ref. 32 und Abschnitt 6.

2. VON ZAHNRÄDERN, METRONOM UND DER TURING MASCHINE

Was haben Zahnräder, Metronom und die Turing Maschine gemeinsam? Diese Frage ist vom materiellen Standpunkt aus gesehen natürlich unsinnig. Sie ist es jedoch nicht, wenn es um die logische Struktur der Beschreibung der Funktionalitäten dieser oder ähnlicher technischer Konstrukte geht. Hier stehen diese Begriffe symbolisch für alle Konstrukte der uns heute bekannten Technik, die wir im folgenden als klassische Technik bezeichnen wollen, weil allen uns heute bekannten Artefakten eines gemeinsam ist: Die Beschreibung ihrer Funktionalität – der Algorithmus⁷ – ist *monokontextural*⁸ strukturiert. Da uns im folgenden nur die (logische) Struktur der Funktionalität einer Maschine und nicht ihre stoffliche oder materielle Zusammensetzung interessiert, werden wir für den Begriff "Maschine" synonym auch den Begriff "Algorithmus" verwenden. Bei einer aus Zahn- und/oder sonstigen Rädern oder Treibriemen aufgebauten Maschinerie entspricht der Algorithmus der Funktionalität der sich bewegenden Teile. Etwas anders sieht dies bei den Computern aus. Dort können bekanntlich verschiedene Algorithmen (Maschinen) auf ein und demselben Gerät dargestellt werden.

Man spricht von Maschinen 0-ter Ordnung, den sogenannten Archimedischen Maschinen, bei denen die bewegten Teile die Funktionalität, den Algorithmus, charakterisieren und Maschinen 1-ter Ordnung, den Turing Maschinen⁹ also den Algorithmen – den Programmen oder der Software - die in einem Computer ablaufen.

Die Konstrukte der klassischen Technik, also die Maschinen 0-ter und 1-ter Ordnung zeichnen sich durch folgende Eigenschaften aus: Ihre Algorithmen sind ausnahmslos hierarchisch strukturiert; sie lassen sich alle sequentiell darstellen; sie sind determiniert; sie besitzen weder eine Umgebung noch einen Standpunkt und es gilt das Kausalitätsprinzip.

⁷ Unter einem **Algorithmus** versteht man eine endliche Folge von eindeutig bestimmten Elementarvorgängen, die den Lösungsweg eines Problems oder den Ablauf eines Prozesses exakt und vollständig beschreiben.

⁸ Eine **Kontextur** ist ein logischer Bereich, eine logische Domäne, in der alle Regeln der klassischen Logik gelten. Alle heute verwendeten Logik-Systeme sind mono-kontextural, d.h. sie bestehen aus einer einzigen logischen Domäne. Da es nur eine (geschlossene) Kontextur gibt, wird der Begriff 'monokontextural' in der klassischen Logik und allen ihren Varianten nicht verwendet. Wenn hier also von einer 'monokontexturalen' Struktur der Beschreibungen gesprochen wird, dann bedeutet dies, daß sich diese Beschreibungen widerspruchsfrei mit den Mitteln der klassischen Logik darstellen lassen. Der Begriff der Monokontexturalität wird hier bereits eingeführt um anzudeuten, daß wir in der weiteren Diskussion zu einer trans-klassischen Logik der sogenannten polykontexturalen Logik übergehen werden.

⁹ a) Alan M. Turing (englischer Mathematiker, 1912-1954) beschrieb 1936 eine ganz einfache mathematische Maschine, von der er zeigte, daß sie alle Algorithmen ausführen kann. Die Turing Maschine besteht aus einem Schaltwerk mit einer festen Anzahl von Zuständen, einem unendlichen Band (zum Beispiel aus Papier zu denken) als Speicher und einem Schreib-Lese-Kopf. Das Band (oder der Schreib-Lesekopf) bewegt sich dann entweder nach links oder nach rechts. Nur diese beiden Richtungen gibt es .

b) siehe dazu: O. Wiener, M. Bonik, R. Hödicke, "Eine elementare Einführung in die Theorie der Turing-Maschinen", Springer Verlag, Wien / New York, 1998.

c) Turing_Maschine im Internet:

The Virtual TM: <http://www.nmia.com/~soki/turing/>

Visual TM: <http://www.cheran.ro/vturing/>

Alan Turing Home Page: <http://www.turing.org.uk/turing/>

Die hierarchische Struktur einer Archimedischen Maschine läßt sich am Bild einer Galeere sehr einfach veranschaulichen. Ersetzt man die einzelnen Sklaven der Galeere durch Diesellaggregate, die eine Kurbelwelle antreiben, dann ändert sich an der hierarchischen Struktur dieser Maschine nichts und es ist gleichgültig, ob sie mit einer Schiffsschraube oder mit Rädern ausgestattet wird und als Automobil über Land fährt, die Struktur des Algorithmus bleibt hierarchisch.

Die Turing Maschine ihrerseits ist nun nichts anderes als eine mechanische Abbildung der Algorithmen, die das Innenleben der heutigen digitalen Computer ausmachen. Die Turing Maschine zeichnet sich dadurch aus, daß der Algorithmus sequentiell, d.h. Schritt für Schritt abgearbeitet wird und damit ist die Funktionalität der Turing Maschine oder allgemeiner unsere heutigen Computer natürlich ebenfalls hierarchisch strukturiert.¹⁰ Selbst die heute bekannten parallelen Algorithmen lassen sich auf einer Turing Maschine abbilden, d.h. sie sind sequentiell darstellbar. Es verlängern sich dabei lediglich die Rechenzeiten aber nicht die logische Struktur. Das kann gar nicht oft genug betont werden, denn die Neuroinformatik kündigt seit Jahren die Entwicklung "massiv paralleler" künstlicher neuronaler Netzwerke an, deren Eigenschaft es sein soll, zur Kognition befähigte autonome Systeme abzubilden. Solange sich diese Algorithmen jedoch auf eine Turing Maschine abbilden lassen – und mit den bisher bekannten Modellen ist das möglich – solange lösen sie das Problem der Selbstreferentialität nicht, und diese Modelle haben daher weder etwas mit Kognition noch mit Autonomie zu tun¹¹ (siehe Abschnitt_6).

An dieser Stelle kann bereits auf folgenden Zusammenhang verwiesen werden: Alle monokontextural strukturierten Algorithmen (Maschinen) sind prinzipiell hierarchisch strukturiert und umgekehrt. Man kann sie, vereinfacht gesprochen, beispielsweise graphisch mit Hilfe von Fluß- oder Funktionalitätsdiagrammen darstellen,¹² was sowohl ihre hierarchische Struktur als auch die sequentielle Abfolge der einzelnen funktionellen Schritte rein optisch demonstriert.

¹⁰ Es fällt nicht schwer mit etwas Phantasie in der Turing Maschine die Funktionalität des Zahnrads wieder zu entdecken. Mit anderen Worten, die Funktionalität der Zahnräder findet sich in den digital arbeitenden und die Funktionalität der Treibriemen in analog arbeitenden Rechnern wieder.

¹¹ Hier sollte angemerkt werden, daß es in der Informatik üblich ist, die Turing Maschine als einen autonomen Automaten zu bezeichnen. Hierbei wird Begriff 'Autonomie' allerdings in einer sehr einengenden Bedeutung verwendet. Autonomie soll dabei nur heißen, daß die Maschine, nachdem sie gestartet wurde, ohne äußeren Einfluß bis zu ihrem Haltepunkt von alleine läuft. Autonomie bedeutet aber mehr. Ein autonomes System regelt seine Regelung selber, d.h. es wird der Sollwert nicht vom Konstrukteur vorgegeben, sondern das autonome System verändert diesen Wert aus eigener Leistung je nachdem wie es die Umgebung erfordert. Dazu muß eine autonomes System zur Kognition befähigt sein und das ist die Turing Maschine nicht.

Es sollte weiterhin angemerkt werden, daß sich interaktive Computerprogramme, wie sie heute verbreitet sind, im Prinzip auch auf eine Turing Maschine abbilden lassen. Dazu müßte das Modell allerdings um einen 'Unterbrechungs-Mechanismus' erweitert werden. Vom Grundsatz her ändert sich dabei aber nichts, d.h. die Funktionsstruktur bleibt monokontextural und hierarchisch.

¹² Diese Aussage gilt auch für Algorithmen, die in objektorientierte Programmiersprachen dargestellt sind. So lassen sie sich auch diese Algorithmen im Prinzip immer auf eine Turing Maschine abbilden, um hier nur eine Begründung anzuführen.

Klassische Maschinen (Algorithmen) haben neben den eben genannten noch weitere gemeinsame Eigenschaften. Sie besitzen grundsätzlich keine Umgebung. Das mag etwas merkwürdig erscheinen, aber es ist wichtig sich dies klar zu machen. Das sei im folgenden am Beispiel eines Roboters verdeutlicht, der Schrauben an einer Autokarosserie befestigen soll. Vom Standpunkt des Beobachters des Roboters aus gesehen, hat dieser Roboter natürlich eine Umgebung, nämlich die Schrauben im Regal, die Autokarosserie, usw. Vom Standpunkt des Roboters aus gesehen hat dieser Roboter keine Umgebung, denn sowohl die Schrauben im Regal wie auch die auf dem Fließband ankommende Autokarosserie sind aus funktioneller Sicht Teile des den Roboter steuernden Computerprogramms und damit gehören sie zum Roboter und nicht zur Umgebung des Roboters. Ohne das Computerprogramm wäre der Roboter lediglich ein Haufen Blech. Mit anderen Worten, es macht bei den Konstrukten der heutigen Technik keinen Sinn von einem Standpunkt des technischen Systems zu sprechen, denn einen solchen gibt es hier nicht. Das mag als gekünstelt erscheinen, ist aber dennoch von Bedeutung für den Entwurf einer trans-klassischen Technik (siehe Abschnitt_6).

Klassische Maschinen (Algorithmen) sind determiniert¹³ und Ereignisketten sind strikt kausal. Zur Determiniertheit klassischer Technik muß man nicht viel sagen – es ist eher umgekehrt. Man kann sich einen nicht-determinierten Algorithmus, eine nicht-determinierte Maschinerie, heute fast nicht vorstellen, so sehr sind wir von der Idee des Determinismus überzeugt.¹⁴

Ähnliches gilt für die Kausalität auch hier sind wir irritiert, wenn sich für Ereignisketten kein Kausalzusammenhang erkennen läßt. Man stelle sich einen Autofahrer vor, der den Zündschlüssel umdreht und der Motor springt nicht wie erwartet an. Oder er dreht das Lenkrad nach links und der Wagen fährt nach rechts – eine Horrorvision. Im Fall irgendeiner Fehlfunktion erwarten wir wie selbstverständlich eine Fehlerdiagnose mit eindeutigem Ursache-Wirkungs-Zusammenhang zwischen dem aufgetretenen Fehler und seiner Ursache. Alles andere würde uns nicht nur irritieren, es würde uns zutiefst beunruhigen. Und was ein Fehler – eine Fehlfunktion – ist, das ist in aller Regel nicht standpunktabhängig und hängt schon gar nicht vom Standpunkt der Maschine ab, die Maschine hat, wie schon erwähnt, keinen eigenen Standpunkt. Mit anderen Worten, eine Funktion ist entweder gegeben oder sie ist nicht gegeben – ein Drittes gibt es im Allgemeinen nicht.¹⁵

¹³ Jeder Algorithmus, der bei gleichen Eingabewerten und Startbedingungen stets das gleiche Ergebnis liefert, wird als ein determinierter Algorithmus bezeichnet. Folgerichtig ist dann ein nicht-determinierter Algorithmus (nach gängiger Lehrmeinung) ein Algorithmus, dessen Ergebnis von Zufallszahlen abhängt, die z.B. im Rahmen einer stochastischen Simulation von einem Zufallsgenerator ermittelt wurden. Letzteres wird im nächsten Abschnitt diskutiert werden und kann hier erst einmal übergangen werden.

¹⁴ Lewis Mumford drückt dies in seinem Buch "Mythos der Maschine" sehr treffend aus: "...die Astrologie leistete einen anderen Beitrag zur exakten Wissenschaft: Sie erhob den Glauben an den Determinismus in seiner striktesten Form zum Dogma. [...] Diese unglückliche Hybris bereitete schon frühzeitig den Boden für das verdächtige Bündnis zwischen wissenschaftlichen Determinismus und autoritärer Herrschaft, das heute die menschliche Existenz bedroht."

L. Mumford, "Mythos der Maschine – Kultur, Technik und Macht", Fischer TB., 1984.

¹⁵ Wir gehen hier nicht auf Grenz- bzw. Streitfälle ein, die es natürlich immer gibt, weil Hersteller, Händler und Käufer die Qualität einzelner Funktionalität unterschiedlich interpretieren. Die Frage nach dem Begriff von Qualität ist bereits ein Problem, welches im Rahmen einer monokontextualen Logikkonzeption nicht befriedigend thematisiert werden kann. Da es an dieser Stelle lediglich um das grundsätzliche Strukturprinzip der

Kommen wir zum letzten Punkt der Gemeinsamkeiten der klassischen Maschinen, das ist ihre grundsätzliche *Zeitlosigkeit*. Diese ist bereits in ihrer Determiniertheit ein für alle mal festgelegt, und somit ist das Entstehen von Neuem prinzipiell ausgeschlossen. Maschinen, die aus eigener Leistung eine Entscheidung treffen und damit eine neue Situation schaffen, kennen wir bis heute nicht. Solche Algorithmen wären auf einer Turing Maschine nicht abbildbar. Sie wären nach unserer heutigen Vorstellung nicht-determiniert und darüber hinaus wären dies Maschinen, die ganz offensichtlich auch Fehler machen dürfen. Vom Standpunkt der klassischen Technik aus gesehen ist dies eine absurde Vorstellung, darüber muß man nicht diskutieren. Wie dies vom Standpunkt einer trans-klassischen Technik angesehen werden kann, darüber soll in Abschnitt_6 berichtet werden.

An dieser Stelle läßt sich zusammenfassend festhalten: Alle monokontexturalen Algorithmen sind grundsätzlich zeitlos. Das trifft für die Archimedischen Maschinen ebenso zu wie für ihre Artverwandten, die Turing Maschinen. Die Erklärung dafür ist sehr einfach: Die zugrunde liegende klassische Logik ist zeitlos, das gilt auch für die von Prior erstmals eingeführten Zeitlogiken sowie für die Modallogiken, in denen die Existenz von Zeit vorausgesetzt und lediglich begrifflich in den Kalkül implementiert wird. Diese Logiken basieren alle auf der Newtonschen Vorstellung von Raum und Zeit – eine Vorstellung, die längst obsolet geworden ist. Prinzipiell lassen sich damit weder Maschinen mit kognitiven Fähigkeiten entwickeln, noch läßt sich auf dieser Basis eine Technik entwerfen, die in der Lage wäre, aus eigener Leistung auch nur irgend eine Entscheidung treffen zu können.

3. VON ZUFALL, NOTWENDIGKEIT UND CHAOS

Was im vorangegangenen Abschnitt über die Technik gesagt wurde gilt selbstverständlich auch für die Naturwissenschaften, d.h. die Beschreibungen physikalisch-chemischer Systeme sind alle monokontextural und damit hierarchisch strukturiert¹⁶, sie sind determiniert, es gilt das Kausalitätsprinzip und sie besitzen keine Umgebung, und sie sind zeitlos. Bereits Hegel spricht der Natur – er meint damit die unbelebte Materie – eine Entwicklung in der Zeit ab¹⁷:

"Die Veränderungen in der Natur, so unendlich mannigfach sie sind, zeigen nur einen Kreislauf, der sich immer wiederholt; in der Natur geschieht nichts Neues unter der Sonne, und insofern führt das Vielförmige ihrer Gestaltungen eine Langeweile mit sich. Nur in den Veränderungen, die auf dem geistigen Boden vorgehen, kommt Neues hervor."

Jede Wissenschaft, die auf experimentelle Messungen aufbaut, liefert notwendigerweise immer eine monokontexturale und damit eine positiv-sprachliche Beschreibung der Natur. Dies läßt sich sehr einfach verstehen: Um Messungen durchführen zu können, müssen die zu messenden Größen im mathematischen Sinne addierbar, dividierbar und multiplizierbar sein. Logisch bedeutet dies, daß sie ein und derselben Kontextur angehören müssen. Wäre dies anders, dann wäre es so, als würde man Kirchen, Äpfel und Krokodile einfach addieren können.

Mit der Einführung des physikalischen Messens von Zeit wurde das Zeitverständnis immer stärker monokontextural dominiert, d.h. das Denken begann in immer kürzer werdenden kausalen Zeitfolgen. Zeit wurde in einer linearen Abfolge von Ereignissen – einer linearen Sequenz – gedacht. Unterstützt wurde diese Entwicklung durch unserer Sprache und vor allem durch die Schrift, den Buchdruck. Sprache und Schrift sind beides sequentielle Ausdrucksmittel. Die Einführung des sogenannten Zeitpfeils¹⁸, also eine Richtung der Zeit, die es in der Newtonschen Physik so nicht gibt, ändert an der Zeitproblematik der Naturwissenschaften aus logischer Sicht nichts. Die Naturwissenschaften bleiben damit genauso zeitlos wie jeder Rechenprozeß einer Turing Maschine. Auch ein Algorithmus ist in positiver Zeitrichtung determiniert, d.h. Rechengvorgänge sind zeitlos und im allgemeinen nicht umkehrbar.

Um die oben gemachte Aussage an einem Beispiel zu verdeutlichen, soll das physikalische System "Pendel" etwas genauer betrachtet werden. Dazu muß man sich zunächst folgendes klar machen: Bei jeder physikalischen Messung wird ein Zustand A eines physikalischen Systems in Relation zu einem zweiten Zustand B bestimmt. Der Übergang von einem Zustand in einen anderen wird als physikalischer Prozeß bezeichnet. Von Bedeutung sind in der Physik die Zustände und nicht der Prozeß. Physikalische Zustände zeichnen sich dadurch aus, daß alle physikalischen Größen, die für die Be-

¹⁶ R. Rammal, G. Toulouse & M.A. Virasoro, "Ultradimensionality for physicists", Rev. Mod. Phys. 58 (1986) p. 765-788.

G. Parisi, "Facing Complexity", Physica Scripta 35 (1987) p. 123-124.

J. P. Benzécri, "L'analyse des données I", La Taxinomie, Dunond, Paris, 1984.

¹⁷ Hegel-Zitat aus: G. Günther, "Die Historische Kategorie des Neuen", in: Beiträge..., Band 3.

¹⁸ I. Prigogine & I. Stengers, "Dialog mit der Natur", Piper Verlag, München 1980.

I. Prigogine, "Vom Sein zum Werden – Zeit und Komplexität in den Naturwissenschaften", Piper Verlag, München, 1980.

schreibung des physikalischen Systems von Bedeutung sind (wie Energie, Impuls, Drehimpuls, Menge, usw.), einen konstanten, sich nicht verändernden Wert besitzen. Bei dem Übergang von einem Zustand in den anderen – einem Prozeß – interessiert die Dauer. Dafür gibt es als Maß die physikalisch meßbare Größe "Zeit". Entscheidend sind nun zwei Dinge, um es noch einmal deutlich zum Ausdruck zu bringen:

1. Ein physikalischer Zustand ist zeitlos, es verändert sich nichts. Das ist gemeint, wenn wir davon sprechen, daß die Naturwissenschaften zeitlos sind.

Beispiel: Zu dem physikalischen System "Pendel" gehören neben dem Faden, an dem ein Körper der Masse m befestigt sei, der hin und her schwingen soll, auch die Aufhängung und vor allem das Gravitationsfeld der Erde. Ohne Aufhängung und ohne das Gravitationsfeld wäre dieses Konstrukt kein Pendel. Wenn das Pendel reibungsfrei schwingt, dann sind sowohl die Energie wie auch der Impuls des schwingenden Pendels konstante Größen und das Pendel schwingt bis in alle Ewigkeiten – es ist zeitlos.¹⁹

2. Ein physikalischer Prozeß – also der Übergang von einem Zustand in einen anderen –, bringt keine Zeit oder Zeitlichkeit hervor. Oder anders gewendet, der physikalische Prozeß ist determiniert – es geschieht dabei nichts Neues. Wäre es anders, dann wären solche physikalischen Prozesse nicht-determiniert und damit mathematisch auch nicht beschreibbar. Genau das ist gemeint, wenn Hegel der Natur jegliche Entwicklung in der Zeit abspricht. Mit anderen Worten, Zeit kommt bei physikalischen Prozessen nur dann ins Spiel, wenn die Dauer eines Prozesses bestimmt werden soll, d.h. es wird mit einer Uhr – und das könnte ein schwingendes Pendel sein – gezählt, und dabei werden definierte Zeiteinheiten (z.B. Sekunden) addiert. Die Physiker haben für die Einheit der Zeit, die Sekunde, ein Eichnormal festgelegt. Mehr ist da nicht.

Die physikalische "Zeit" ist also lediglich eine Beschreibungskategorie, welche durch die Experimentatoren eingeführt wurde und nicht ein irgendwie dahin fließendes Etwas. Daran ändert weder die Einführung des "Zeitpfeils" in die Physik noch die Relativitätstheorie etwas. Die physikalische Größe "Zeit" wird durch eine Richtung lediglich zu einer positiv determinierten Größe, d.h. sie wird als nicht umkehrbar g e d a c h t .

Was an dem obigen Beispiel ebenfalls deutlich wird, ist, daß in den Naturwissenschaften die Regeln der klassischen Logik strenge Gültigkeit besitzen. Aus historischer Sicht, und das heißt, aus der Sicht der Bewußtseins- und Erkenntnisgeschichte des Menschen, muß hier allerdings umgekehrt argumentiert werden: Erst auf der Basis der Aristotelischen Logik konnten sich die Naturwissenschaften entwickeln.

Ein physikalischer Zustand A ist oder er ist nicht. In anderen Worten, die Aussage " A gleich nicht- A " ($A = \neg A$) macht in den Naturwissenschaften keinen Sinn. Eine physikalische Aussage ist entweder wahr oder falsch. Sie ist genau eines von beiden (Satz der Identität – hier drückt sich die Zeitlosigkeit in der Logik aus!), sie kann nicht zugleich beide Werte "wahr" und "falsch" annehmen (Satz vom verbotenen Wider-

¹⁹ Beim Messen von Zeit wird die Bewegung der hin und her schwingenden Kugel eines Pendels betrachtet. Die Kugel bildet jedoch nur einem Teil des Gesamtsystems "Pendel" und daher entsteht der Eindruck als laufe hier ein Prozeß ab, der dann zum Standard für die Messung der Zeit andere Prozesse herangezogen wird. In Wirklichkeit befindet sich das System "Pendel" als ganzes in einem zeitlosen Zustand. Das gilt auch für die sogenannte Atomuhr (das sind schwingende Moleküle) der Physik. Ein Pendel ist ein Pendel, ist ein Pendel, ..., es pendelt und pendelt und pendelt, ..., links, rechts, links, rechts, ..., tick, tack, tick, tack, ...

spruch) und sie kann auch keinen anderen Wert annehmen, d.h. ein Drittes gibt es nicht (Satz vom ausgeschlossenen Dritten – Tertium non datur). Und genau das ist es, was man unter einer positiv-sprachlichen Beschreibung versteht: Ein Elektron ist oder es ist nicht, der Kontakt eines Relais ist geschlossen oder er ist nicht-geschlossen, usw. Auch die "Zeit" wird heute ausnahmslos als ein rein positiv-sprachlicher Begriff angesehen und genau das ist das Problem, welches dem unterschiedlichen Verständnisses von Zeit in den Natur- und Geisteswissenschaften zugrunde liegt.

Für die experimentellen Naturwissenschaften gibt es somit nur eine Logik – sie ist monokontextural und zeitlos. Anders gewendet, in den Naturwissenschaften besteht nicht die Notwendigkeit über das logische Fundament, welches jeder Wissenschaft zugrunde liegt, nachzudenken. Es wird wie selbstverständlich vorausgesetzt, daß die klassische Logik als Sprachrahmen zur Beschreibung der Natur vollständig ausreichend ist.

Daran ändert auch die Einführung probabilistischer Logiken in die Physik nichts. Diese unterscheiden sich von der 2-wertigen Logik nur dadurch, daß zwischen die beiden Werten "wahr" und "falsch" sogenannte Zwischenwerte eingeführt werden, die dann mit (wertenden) Begriffen wie "wahrscheinlich" usw. belegt werden:

$$0 \dots\dots \frac{1}{4} \dots\dots \frac{1}{2} \dots\dots \frac{3}{4} \dots\dots 1$$

wobei hier, wie in der Booleschen Algebra üblich, die "0" für "logisch falsch" und "1" für "logisch wahr" steht. Eine solche Logik ist aber immer noch monokontextural, denn es gibt auch hier nur eine Logik – eine Kontextur. Auch diese probabilistischen Logiken sind und bleiben zeitlos. Aus logischer Sicht ist man lediglich bei der physikalischen Statistik gelandet, ein etabliertes Gebiet, welches hier nur deshalb angesprochen werden soll, weil es das Konzept von "Zeit" im Kontext des "Entstehen von Neuem" zu tangieren scheint.

In den 70er Jahren des zurückliegenden Jahrhunderts erregte Monods Buch²⁰ *Zufall und Notwendigkeit – philosophische Fragen der modernen Biologie* zumindest in akademischen Kreisen einiges Aufsehen, und mit *Das Spiel – Naturgesetze steuern den Zufall* von Eigen und Winkler²¹ hatte die statistische Physik die Biologie endgültig eingeholt, und "Leben" wurde als das Ergebnis von "Zufall und Notwendigkeit" interpretiert. Eine intelligente Erweiterung erfuhr das Thema 1980 mit der populärwissenschaftlichen Veröffentlichung *Dialog mit der Natur* und vom *Sein zum Werden* von Prigogine.²² Der Schwerpunkt dieses Buches ist eine allgemein verständliche Darstellung der Thermodynamik von Nicht-Gleichgewichts-Prozessen und in Prigogines Buch wird vor allem der Begriff des "Zeitpfeils" in das Bewußtsein einer breiteren wissenschaftlichen Öffentlichkeit gebracht, deren Vorstellung von "Zeit" bis dahin ganz offensichtlich noch weitgehend von dem Newtonschen Konzept von Raum und Zeit dominiert war. Die "Zeit" wird als eine Funktion der physikalischen Größe "Entropie" eingeführt²³. Prigogine hat damit Bergsons²⁴ Konzeption der "Zeit" formal weiter entwickelt. Allerdings

²⁰ J. Monod, "Zufall und Notwendigkeit", Verlag, München, 1971 (2.Auflage)

²¹ M. Eigen & R. Winkler, "Das Spiel – Naturgesetze steuern den Zufall", Piper Verlag, München, 1975/78

²² siehe Ref.18.

²³ Der Zusammenhang von Entropie und Zeit ist allerdings nicht ganz einfach. Die Zeit wird als ein Operator in Abhängigkeit des Hyperoperators Entropie eingeführt – siehe Abschnitt_6.

²⁴ Siehe dazu: G. J. Whitrow, "The Natural Philosophy of Time", Clarendon Press, Oxford, 1980 (2. Auflage).

ist auch diese Beschreibung noch immer rein monokontextural, und damit führt auch dieser Ansatz aus wissenschaftslogischer Sicht zunächst einmal nicht weiter – er bleibt zeitlos. Im Abschnitt_6 werden wir darauf noch einmal zurückkommen.

Interessant ist jedoch ein anderer Aspekt, nämlich das Auftreten von neuen Strukturen, die Prigogine unter der Überschrift "Physik des Werdens" einführt. Dieser Bereich der Physik wird als "Theorie dissipativer Strukturen" oder "Theorie des determinierten Chaos" bezeichnet. In diesem Zusammenhang wurde die sogenannte "branching time" eingeführt, ein Modell, bei dem die Zukunft sozusagen verzweigt aber determiniert ist.²⁵ Daher auch der Name "determiniertes Chaos"²⁶. Aus logischer Sicht ist damit lediglich das Element des Zufalls eingeführt worden. Das kann man sich wiederum am Beispiel des Pendels klar machen, welches man sich jetzt allerdings zu einem Überschlagpendel umgebaut vorstellen muß. Wenn dieses in der labilen senkrechten Lage steht, dann gibt es zwei Möglichkeiten²⁷ für das Zurückschwingen und es genügen kleinste Störungen, um dies zu verursachen. Aus einer monokontexturalen Sicht der Dinge führte dies zu dem Begriff der "branching time". Das System "Überschlagpendel" ist dennoch ein physikalisch determiniertes System, obwohl man nur mit 50%-iger Wahrscheinlichkeit sagen kann, in welcher Richtung das Pendel aus der labilen senkrechten Position zurückschwingen wird. Es ist deswegen physikalisch determiniert, weil die physikalischen Größen, die das System definieren, wie seine Energie, sein Impuls, usw. zeitlich konstante Werte haben, und das Überschlagpendel damit vorausberechenbar ist. Unbekannt ist lediglich, welche der beiden vorausberechneten Trajektorien sozusagen die "Zukunft des Pendels" bestimmen.

Würde man ein entsprechendes Computer-Simulationsprogramm schreiben, so würde dieses mit jeweils 50%-iger Wahrscheinlichkeit eines der beiden Ergebnisse liefern. In der Computerliteratur spricht man hier allerdings im Gegensatz zur Physik von einem nicht-determinierten Algorithmus (siehe dazu auch Abschnitt_6).

Mit anderen Worten, auch die "Theorie des determinierten Chaos" liefert nur zeitlose Modelle der Natur und ist damit als Basis sowohl für eine "Theorie lebender Systeme" als auch für den Entwurf einer trans-klassischen Technik völlig ungeeignet.

²⁵ Siehe dazu: "Enzyklopädie Philosophie", (H.J. Sandkühler, Hg.), Felix Meiner Verlag, Hamburg, 1999 – siehe dort: "Determinismus"

²⁶ H.G. Schuster, "Deterministic Chaos", Physik Verlag, Weinheim, 1984.

Zitat: "...deterministic chaos denotes the irregular or chaotic motion which is generated by nonlinear systems whose dynamical laws uniquely determine the time evolution of a state of the system from a knowledge of its previous history [...] we shall consider physical systems whose time dependence is deterministic, i.e. there exists a prescription, either in terms of differential or difference equations, for calculating their future behavior from given initial conditions..."

²⁷ Man kann sich auch leicht vorstellen, daß mehr als zwei Möglichkeiten vorhanden sind, wenn das Pendel entsprechend konstruiert wird. Das ist lediglich ein mechanisches Problem.

4. VON GENEN, NEURONEN UND KÜNSTLICHER INTELLIGENZ

Die sogenannten Biowissenschaften wie die Biochemie, Molekularbiologie oder die Neurowissenschaften usw. sind heute nur Varianten der Naturwissenschaften. Diesen Wissenschaftsgebieten ist eines gemeinsam, ihr jeweiliger Forschungsgegenstand ist *t o t e* Materie und nicht das Leben. Leben wird vorausgesetzt und ist nicht selbst das primordial zu erforschende Phänomen. Daran ändert auch das Präfix "Bio-" nichts, und deshalb gilt alles was bisher über die Naturwissenschaften gesagt wurde, selbstverständlich auch für die sogenannten Biowissenschaften.

Das Verständnis von Wissenschaft ist heute noch so dominierend von den klassischen Naturwissenschaften geprägt, daß das wissenschaftslogische Problem, welches durch die Selbstreferenz dieser Systeme entsteht, bei der Entwicklung einer Theorie lebender Systeme vom wissenschaftlichen Mainstream in den Biowissenschaften und der Künstlichen-Intelligenz-Forschung in aller Regel noch nicht einmal im Ansatz erkannt wurde.

Dies zeigt sich unter anderem an der unkritischen Verwendung von wissenschaftlichen Begriffen. Hier ein Beispiel: Die sogenannte Entschlüsselung des menschlichen Genoms wurde vor kurzem in den Medien stürmisch gefeiert und nicht nur dort. Was dabei aber vollständig übersehen wurde, ist die Tatsache, daß der sogenannte "genetische Code" gar kein Code ist, und er damit auch nicht entschlüsselt werden kann. Es bedurfte erst der Arbeit einer Wissenschaftshistorikerin, Lily E. Kay,²⁸ die im März 2000 in einem Buch mit Titel *Who Wrote the Book of Life : A History of the Genetic Code* auf dieses Problem aufmerksam machte. Ganz offensichtlich war es weder den Computernoch den Bio-Wissenschaftlern aufgefallen, daß die Definition dessen was man unter einer Codierung versteht, beim sogenannten genetischen Code nicht zutrifft. Eine Codierung ist nämlich eine Abbildungsvorschrift, die jedem Zeichen aus einem Zeichenvorrat *A* in eindeutiger Weise ein Zeichen oder eine Zeichenfolge aus einem anderen Zeichenvorrat *B* zuordnet. Wenn also die DNA-Sequenzen codierte Botschaft und damit lesbare Texte wären, würde sich zunächst erst einmal die Frage nach dem Autor, dem Absender, also demjenigen, der die Codierung erzeugt hat, sowie nach dem Empfänger dieser codierten Texte stellen. Aber das ist offensichtlich keine (natur)wissenschaftliche Fragestellung – oder vielleicht doch, sozusagen als "Big Bang der Biologie" ?

Unübersehbar ist heute der Mangel einer wissenschaftstheoretischen Konzeption auf dem Weg zu einer "Theorie des Lebendigen". Es ist nicht nur der genetische Code kein Code, sondern ganz allgemein existiert auch keine Information *sui generis*. Das ist ganz offensichtlich weder den (Bio-)Informatiker noch den Molekularbiologen, die sich gemeinsam in interdisziplinärer Eintracht auf die Suche nach dem genetischen Code gemacht haben, bekannt. Information entsteht immer erst in einem Empfänger und hängt von dem Kontext ab, in dem die empfangene Nachricht, das Signal, vom Empfänger interpretiert wird. Das heißt aber auch, der genetische Code muß erst noch erfunden werden, man kann ihn nicht einfach entdecken, so wie man einen neuen Stern oder einen neuen Kontinent entdeckt. Diese Aussage hat nichts, aber auch gar nichts mit

²⁸ L.E. Kay, "Who Wrote the Book of Life : A History of the Genetic Code" Stanford University Press, 2000.

irgendwelchen philosophischen oder weltanschaulichen Positionen zu tun, sie ist ein Faktum²⁹.

In anderen Worten, die Erforschung der Funktion der Gene wird also immer noch ausschließlich als ein klassisch-naturwissenschaftliches Problem angesehen. Offensichtlich ist die Suggestion, die von der real existierenden Materie, der DNS, als physikalischem Objekt, – als *bona fide* Objekt –, ausgeht, so gewaltig, daß man unreflektiert diese materialistische Vorstellung auch für das Objekt "Information" übernimmt, welche man codiert in der Materie zu entdecken hofft.

Die Genforscher sind – ohne sich darüber bewußt zu sein – genau bei jenem Problem angelangt, welches sich hinter der Bezeichnung "Selbstreferentialität" verbirgt und welches von Foerster einmal wie folgt formuliert hat³⁰:

"Die Naturgesetze werden vom Menschen geschrieben. Die Gesetze der Biologie müssen sich selbst schreiben."

Die Entschlüsselung des genetischen Codes ist das, was man klassisch eine Aporie zu nennen pflegt, was – nach der griechischen Etymologie – soviel wie Ausweglosigkeit oder Unlösbarkeit eines Problems wegen permanenter Widersprüche (Paradoxien) heißt.

Nicht sehr viel anders ist die Situation in der Hirnforschung. Dort hat man zwar mittlerweile erkannt, daß das Studium zeitlicher Vorgänge im Gehirn von entscheidender Bedeutung ist, denn schließlich entsteht im Gehirn "Neues" und das kann nur "in der Zeit" auftreten. Man steht also hier vor der Aufgabe die Beziehung des Denkens als Prozeß in der Zeit sowie die Zeitvorstellung selbst als Prozeß des Denkens zu begreifen.³¹ Dennoch wird auch hier immer noch im Bild der zeitlosen physikalischen Zustände gedacht und experimentiert, was zu einer Reihe überraschender und teilweise auch umstrittener Paradoxien, wie z.B. die Umkehrung des Kausalprinzips, geführt hat.³²

Solange die Gehirnforschung dem Paradigma der klassischen Naturwissenschaften treu verbunden bleibt und glaubt, ausschließlich auf der Basis experimenteller neurophysiologischer Messungen die Funktionalitäten des Nervensystems erforschen zu können, wird sie zwar einen Berg an Daten erzeugen, der jedoch keinerlei Auskunft auf die Frage liefern wird, die Warren S. McCulloch, einer der Pioniere der Gehirnforschung,

²⁹ Selbstverständlich bedeutet das Fehlen einer wissenschaftlichen Konzeption des Lebens nicht, daß man auf diesen Gebieten nicht durch Versuch und Irrtum Korrelationen zwischen Strukturelementen des genetischen Materials und irgendwelchen Eigenschaften lebender Systeme finden und auch verändern kann. Diese lassen sich dann allemal gewinnbringend vermarkten. Aber das ist ein Thema für sich.

³⁰ H. von Foerster, "Sicht und Einsicht – Versuche einer operativen Erkenntnistheorie", Vieweg Verlag, Braunschweig, 1985.

³¹ Siehe dazu: "Temporal Coding in the Brain", G. Buzsáski, R.Llinás, W. Singer, A. Berthoz & Y.Christen (eds.), Springer, Berlin, 1994.
"Time, Internal Clocks and Movement", in: Advances in Psychology, vol. 115, M.A. Pastor & J. Artieda (eds.), Elsevier, 1996.

³² Eine ausführliche Diskussion darüber findet sich in:
D.C.Dennett & M.Kinsbourne, "Time and the Observer: The where and when of consciousness in the brain", Behavioral and Brain Sciences, 15 (1992), p. 183-247. --> p. 4

1964 auf dem Internationalen Kongreß für Logik, Methodologie und Wissenschaftsphilosophie gestellt hat: *What's in the Brain that Ink May Character?*³³

Die Frage bei diesen Experimenten ist nicht primär, welche Konzeption von "Zeit" angebracht ist, sondern die Frage lautet, was will man mit den neurophysiologischen Messungen erforschen? Wenn es die physikalisch-chemischen Abläufe in den Nervenzellen sind, die erforscht werden sollen, dann wird man auf diesem Wege sicherlich erfolgreich sein. Wenn es sich allerdings bei dem Forschungsziel darum handelt, aus derartigen Messungen wissenschaftliche Konzepte über mentale Prozesse, wie Kognition, Volition, Lernen oder ganz allgemein Bewußtsein abzuleiten, dann ist dieser Weg eine Sackgasse und die zugrunde liegende wissenschaftstheoretische Basis der Neurowissenschaften erweist sich in diesem Kontext als unreflektierter Materialismus, um nicht zu sagen Vulgärmaterialismus, der aus konzeptioneller Sicht weit hinter den Dialektischen Materialismus von Marx und Lenin zurückfällt.³⁴

Es wird in den Neurowissenschaften heute viel darüber diskutiert, ob es möglich ist, mentale Vorgänge aus neurophysiologischen Messungen im Sinne einer bottom-up-Analyse beschreiben zu können, oder ob eine Beschreibung aus einer top-down-Analyse – was immer das ist – wissenschaftlich abgeleitet werden kann bzw. abgeleitet werden muß.³⁵

Was dabei eine bottom-up-Analyse konzeptionell zu leisten oder auch nicht zu leisten vermag, läßt sich relativ einfach am Beispiel eines Computers verdeutlichen. Nehmen wir an, wir wüßten nichts über den Computer – also über die Soft- und Hardware – und sollten aus der Messungen der Signale im Computer, das sind aus logischer Sicht Sequenzen von Nullen und Einsen, das Computer-Programm, den Algorithmus, erforschen. Auf der Ebene von null und eins läßt sich jedoch nicht unterscheiden, was Pro-

³³ W.S. McCulloch, "What's in the Brain that Ink May Character?", abgedruckt in: *Embodiments of Mind*, MIT Press, 1970; dies ist eine Sammlung einiger Arbeiten von W.S. McCulloch.

³⁴ - Siehe z.B.: Tilo T.J. Kirchner et al., "Recognizing one's own face", *Cognition* 78 (2001), p.1-15. – Zitat aus der Pressemitteilung (Universitätsklinikum Tübingen vom 29. Jan. 2001) zu dieser Publikation: "...Die Untersuchungen konnten bisher erstmalig zeigen, das 'Selbst-Bewusstsein' mit naturwissenschaftlichen Methoden erforschbar ist..."

Publikation als pdf-Datei

unter: <http://www.elsevier.nl/gej-ng/10/15/63/67/24/28/article.pdf>

- Zum Vergleich ein Zitat aus dem *Philosophisches Wörterbuch*, welches laut Herausgeber das erste seiner Art ist, das auf marxistisch-leninistischer Grundlage aufbaut. Man findet dort unter dem Begriff 'Bewußtsein' unter anderem folgendes: "...Die morphologische Basis aller Bewußtseinsprozesse ist das menschliche Zentralnervensystem, insbesondere sind es die neurodynamischen Strukturen des ersten und zweiten *Signalsystems* in der Großhirnrinde. Das Gehirn ist jedoch nicht die Quelle des Bewußtseins, sondern lediglich sein Organ. Das Bewußtsein wird durch die materielle Welt determiniert. Wenn das Bewußtsein auch ein Entwicklungsprodukt der Materie ist und nur in untrennbarem Zusammenhang mit seiner materiellen Grundlage existieren kann, so ist es doch selbst keine Materie [...] Das Bewußtsein ist keine Begleiterscheinung gewisser neurophysiologischer Prozesse, sondern übt notwendige Funktionen im Leben der Menschheit aus. Vermöge seiner Fähigkeit der ideellen Widerspiegelung ist das Bewußtsein das universelle Erkenntnisinstrument, mit dessen Hilfe die Menschen in das Wesen der materiellen Welt eindringen und ihre, objektiven Eigenschaften und Gesetzmäßigkeiten erfassen können..."

G. Klaus & M. Buhr, "Philosophisches Wörterbuch", das europäische buch, Berlin 1987.

³⁵ Siehe z.B.: A. Clark, "Microcognition Philosophy, Cognitive Science, and Parallel Distributed Processing", Cambridge/MA: MIT Press, 1989.

gramm und was Daten sind. Diese Unterscheidung ist erst im Rahmen eines Kontextes möglich. Der Kontext ist normalerweise durch die Programmiersprache gegeben. Diese sollte aber im vorliegenden Beispiel gerade erforscht werden. Mit anderen Worten, bereits diese im Vergleich zu der Erforschung der Hirnfunktionen bescheidene Aufgabe ist auf diesem Weg, d.h. in einer bottom-up-Analyse, prinzipiell nicht lösbar, wie man leicht einsehen kann.

Wenn wir bei dem Beispiel der Analyse eines Computerprogramms verbleiben, dann wäre als nächstes die Frage zu klären, wie eine top-down-Analyse aussehen würde. Für das Computer-Beispiel ist diese Aufgabe jedoch relativ einfach zu lösen, denn es gibt heute im Bereich des "Software-Design" eine Vielzahl von Werkzeugen, mit deren Hilfe man versuchen könnte, die Funktionalität des gedachten Forschungsobjekts "Computer" zu modellieren, d.h. nachzubilden – zu simulieren.

Wenn anstelle des Computers die neuronalen Aktivitäten des Gehirns erforscht werden sollen, und die Aufgabe also wiederum darin besteht, den Algorithmus, das Programm zu finden, durch welches diese Aktivitäten formal beschrieben werden können, dann gilt für eine bottom-up-Analyse das oben gesagte. Auf diesem Weg läßt sich die Aufgabe prinzipiell nicht lösen. Diese Erkenntnis ist derart trivial, daß es sich nicht lohnt, darüber weiter nachzudenken.

Die viel interessantere Frage, die sich hier stellt, ist die nach den Möglichkeiten einer top-down-Analyse mentaler Prozesse. Damit steht man nämlich vor einem sehr alten philosophischen Problem, welches unter sehr verschiedenen Etiketten wie etwa der Dichotomie von Körper und Geist oder als das Leib-Seele-Problem oder etwas abstrakter als dialektische Einheit von Form und Inhalt im Verlauf der Geschichte der Philosophie entsprechend den jeweiligen Auffassungen vom Verhältnis von Materie und Geist jeweils recht unterschiedlich beantwortet wurde.

Das, was heute an formalen Hilfsmitteln für eine top-down-Analyse von der Künstlichen-Intelligenz-Forschung zur Verfügung gestellt wird, sind die Modelle und Werkzeuge der Neuroinformatik. Diese Werkzeuge sind für die gestellte Aufgabe allerdings ebenso wenig geeignet, wie sich Hammer und Sichel als Werkzeuge für den Entwurf einer Internetseite eignen. Dies soll an folgendem Beispiel verdeutlicht werden: Der Physiologe erforscht mit Hilfe eines EEG's die elektrischen Signale eines Gehirns – der Physiologe denkt dabei ein Objekt. Im konkreten Fall ist das Objekt eine elektrische Spannung. Dieses Denken eines Objekts soll durch folgende einfache Relation symbolisiert werden,

$$\text{ein Subjekt denkt ein Objekt}_1 := S(O_1) \quad (1)$$

Diese Relation stellt in kompakter Form die Situation dar, wie sie in den Naturwissenschaften vorzufinden ist: Gegeben ist ein Objektbereich sowie denkende Subjekte. Das Resultat physikalischer Forschung ist letztendlich ein mathematisches Beziehungsgeflecht zwischen Begriffen, welche von den forschenden Subjekten so gewählt wurden, daß sie die gemachten realen Erfahrungen mit dem zu untersuchenden Objektbereich wiedergeben. Obwohl diese Beziehungen nicht die Bilder wiedergeben, die sich die einzelnen Subjekte von den Begriffen machen, so ist es in der Physik immerhin möglich, nicht nur in Relationen sondern auch in Gegenständen, in Bildern, zu denken.³⁶ Wer

³⁶ In Abschnitt_3 wurde das Pendel, also einen Gegenstand, benützt, um einige Eigenschaften zu diskutieren. Anstelle des Pendels hätte man auch die mathematische Beschreibung eines physikalischen Systems, welches Bewegungs- und Gravitationsenergie austauschen kann,

stellt sich unter dem Begriff eines Elektrons nicht ein kleines Kügelchen vor – vielleicht sogar noch in Farbe und das obwohl die Theorie des Elektrons über das Aussehen eines Elektrons prinzipiell keine Aussagen macht. Mit anderen Worten, die Naturwissenschaften haben es mit sogenannten *bona fide* Objekten zu tun und damit ist es möglich, sich konkrete, d.h. bildhafte Vorstellungen über neue Ideen, Denk- oder Sichtweisen zu machen, deren suggestive Kraft es dann gestattet, den Ideen gedankliche Gestalt in abstrakten mathematischen Relationen zu geben.

Völlig anders liegen die Dinge, sobald nicht physische sondern mentale Prozesse zum Forschungsobjekt gemacht werden, wie dies in den Neurowissenschaften geschieht. Jetzt soll sozusagen über den Prozeß des Denkens selbst nachgedacht werden. Damit begibt man sich nicht nur auf ein höheres Abstraktionsniveau, wie wir gleich zeigen werden, sondern man muß sogar die strikte Trennung von denkendem Subjekt auf der einen Seite und dem gedachten Objekt auf der anderen Seite aufgeben. Eine Trennung, die in den Naturwissenschaften noch möglich war, auch wenn sie in einzelnen Grenzfällen immer wieder zu Schwierigkeiten geführt hat. Fest steht jedoch, daß in den Begriffen und in den Relationen zwischen den Begriffen, die von den Naturwissenschaften entwickelt wurden, das denkende Subjekt oder Subjektivität nicht vorkommt. Wenn also über den Prozeß des Denkens selbst nachgedacht wird, dann ergibt sich in Analogie zu Gl.(1) folgerichtig:

$$\text{ein Subjekt denkt (ein Subjekt denkt ein Objekt) := } S(S(O_1)) = S(O_2) \quad (2a)$$

$$\text{mit} \quad O_2 = S(O_1) \quad (2b)$$

Während die Beziehung (1) eine einfache Relation darstellt, symbolisiert (2) die Relation einer Relation. Das ist eine völlig neue Qualität, die es logisch zu analysieren gilt. Anders gewendet, das zu untersuchende Objekt (hier als O_2 symbolisiert) stellt selbst eine Relation dar. Eine Relation ist aber etwas Abstraktes, d.h. hier ist das zu untersuchende Objekt kein *bona fide* Objekt mehr und kann deshalb auch nicht gegenständlich gedacht werden – das ist nicht nur ein logisches, das ist auch ein Kommunikationsproblem. Man sieht weiterhin, daß ein Theoriengebäude, welches auf einem Fundament aufsetzt, das prinzipiell Subjektivität aus der Betrachtung ausschließt, für ein Forschungsprogramm bei dem der Prozeß des Denkens oder ganz allgemein mentale Prozesse das zu untersuchende Objekt sind, sich als völlig ungeeignet erweist. Mit anderen Worten, mit Hilfe der naturwissenschaftlichen Methoden lassen sich mentale Prozesse *n i e m a l s* beschreiben.

Das hat weitreichende Konsequenzen, denn es verbleibt nur der Weg, um es in Neuhochdeutsch auszudrücken, einer top-down-Analyse bzw. Synthese. Betrachtet man dazu die heute bekannten Modelle der Neuroinformatik, die sogenannten künstlichen neuronalen Netzwerke, so stellen diese lediglich eine rudimentäre Nachbildung einiger Aspekte der neuronalen Topologie, nicht jedoch eine Nachbildung der Funktionalität des Nervensystems dar. Auf diesen Unterschied von Topologie und Funktionalität hat 1945 schon der bereits zitierte Physiologe und Kybernetiker McCulloch hingewiesen. In seiner Arbeit *A Heterarchy of Values Determined by the Topology of Nervous Nets*

benützen können, also $dE = \vec{v} \cdot d\vec{p} + g \cdot h \cdot dm$ Dabei symbolisiert E die Energie, v die Geschwindigkeit, p den Impuls, g die Gravitationskonstante, h die Höhe und m die Masse. Eine mögliche technische Realisierung dieser Relation ist das Pendel. Das ist jedoch nur eine der möglichen Realisierungen. Dieses Beispiel soll demonstrieren, daß Physik sowohl in Relationen wie auch in Gegenständen gedacht werden kann. Für einen definierten Zustand des Pendels gilt dann für die Gesamtenergie des Pendels: $E = \frac{1}{2m} p^2 + g \cdot h \cdot m = \text{const.}$

weist er nachdrücklich auf das logische Problem bei der Analyse der Funktionalität von neuronalen Netzwerken hing.³⁷ Für McCulloch war klar, und das geht aus einer Vielzahl seiner Arbeiten deutlich hervor, daß die klassische Logik für derartige Analysen ungeeignet ist.³⁸ In diesem Kontext hat sich McCulloch bereits in den 50-er Jahren intensiv mit den Entwürfen einer triadischen Logik von Charles S. Peirce beschäftigt.

Der Mainstream der Neurowissenschaften hat McCullochs grundlegende Arbeit bisher jedoch erfolgreich ignoriert – aus welchen Gründen auch immer. Die heute bekannten Modelle der Neuroinformatik sind aus konzeptioneller Sicht mehr oder weniger komplizierte Datenfilter. Es werden Daten verarbeitet. Es werden jedoch nicht simultan und parallel Daten sowie Daten und Relationen und Relationen von Relationen verarbeitet, und Subjektivität kommt in diesen Modellen selbstverständlich auch nicht vor. Man kann sagen, die Neuroinformatik hat einen blinden Fleck, sie kann das Wahrnehmen nicht wahrnehmen und daher bis heute das Denken nicht denken. Oder, anders gewendet, die Neuroinformatik praktiziert in gewissem Sinn "bewußtloses Forschen", sie ist sich des selbstreferentiellen Gehalts ihres Forschungsgegenstandes nicht bewußt.

³⁷ W.S. McCulloch in: Bull. Math. Biophysics, 7(1945) 89-93; abgedruckt in: "Embodiments of Mind", by W.S. McCulloch, The MIT Press, 1965.

³⁸ Dazu sei beispielsweise auf den Vortrag "What's in the Brain That Ink May Character?" von McCulloch verwiesen, der ebenfalls in "Embodiments of Mind" (siehe Ref. 33) abgedruckt ist. Es sollte hier auch angemerkt werden, daß die Arbeit "A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity", die W.S. McCulloch zusammen mit W. Pitts im Jahr 1943 veröffentlicht hat (Bull. Math. Biophys. 5 (1943), 115-133 - auch diese Arbeit findet sich in "Embodiments of Minds") zur Grundlage – zum Paradigma – der heutigen Neuroinformatik gezählt werden muß. In dieser Arbeit wird die Aktivität einzelner Neuronen (nicht ganzer Netze) logisch analysiert. Aus heutiger Sicht ist das eine Darstellung der 16 logischen Funktionen mit Hilfe von Schaltsymbolen. Damals war die heute verwendete Symbolik noch nicht bekannt, so daß sich die Symbolik stark an neurophysiologische Vorstellungen hält. Von dieser Arbeit ging in der Folgezeit eine starke suggestive Wirkung aus, die John von Neumann später (1952) zu seiner "Theorie der Automaten", der Grundlage unserer heutigen sogenannten 'von_Neumann_Rechnern' (z.B. der PC), angeregt hat.

5. VON ZIRKELN, TAFELN UND STUFENGÄNGEN

Im folgenden sollen die beiden Relationen (1) und (2) aus dem vorangegangenen Abschnitt im Kontext des Prädikatenkalküls etwas näher betrachtet werden. Dafür setzen wir wie üblich S als Prädikat (oder als Klasse oder als Funktion) und O als Subjekt im Sinne des Prädikatenkalküls (oder als Element einer Klasse, oder als Argument einer Funktion). Alle Aussagen des Prädikatenkalküls bezüglich der logischen Wahrheit oder Erfüllbarkeit beziehen sich bekanntermaßen ausschließlich auf die Elemente einer Klasse und nicht auf den Prädikatenbereich, d.h. nicht auf Klassen von Prädikaten.

Das Denken in den Naturwissenschaften richtet sich, um es noch einmal zu wiederholen, unmittelbar auf das dem Beobachter gegenüberstehende Sein und damit auf die *bona fide* Objekte. Diese werden designiert. Das soll die Beziehung (1) symbolisieren. Für den Beobachter, das Subjekt selbst, ist dabei kein Platz, d.h. das Subjekt wird nicht-designiert. Das Subjekt dokumentiert sich in der Negation, es verschwindet buchstäblich im Nichts.³⁹ Aus logischer Sicht existiert überhaupt nur ein Subjekt – sozusagen ein Universalsubjekt – welches die Welt beschreibt und dabei selbst außerhalb dieser Welt steht.⁴⁰ Die klassische Logik kennt also nur ein Subjekt und nur ein Thema, nämlich die Welt von einem Universal-Subjekt aus gesehen, das denkt und selbst aus der Beschreibung der Welt ausgeschlossen bleibt. Diese Logik ist mono-logisch und monothematisch.

Der Prozeß der Reflexion, das Denken ist in dieser Logik prinzipiell nicht abbildbar. Das läßt sich mit Hilfe der Beziehung (2) verdeutlichen, die auf zwei unterschiedliche Arten interpretiert werden kann:

$$\text{Interpretation}_1: \quad S(S(O_1)) \quad (3a)$$

Die Aussagefunktion (3a) ist logisch gesehen sinnlos, da sie nicht nur Elemente unterschiedlicher Stufen enthält was gemäß der Russellschen Typenlehre nicht erlaubt ist, da Typenvermengungen bekanntlich Antinomien erzeugen.⁴¹ Darüber hinaus enthält in (3a) die Menge S sich selbst, was aus den gleichen Gründen ebenfalls verboten ist. Damit scheidet diese Interpretation der Prädikatierung des "Denkens als Prozeß" grundsätzlich aus.

$$\text{Interpretation}_2: \quad S(O_2) \quad (3b)$$

Diese Form ist strukturell identisch mit der Aussagefunktion aus (1) und (1) steht für die Designation von *bona fide* Objekten. Da (3b) die gleiche Form wie (1) besitzt, steht

³⁹ Eine brillante Darstellung über das Thema von "SEIN und NICHTS" in der Philosophie ist das Buch von: L. Lütkehaus "NICHTS – Abschied vom Sein – Ende der Angst", Haffmanns Verlag, 1999.

⁴⁰ Aufgrund der Isomorphie logischer Aussagen ist bei inhaltlicher Interpretation zwar jede Aussage von ihrer Negation verschieden, aber es besteht kein wesentlicher Unterschied zwischen positiven und negativen Aussagen, zwischen einer Aussage und ihrer Negation. Auf diesen Sachverhalt, der auch als *coincidentia oppositorum* bezeichnet wird, weist Günther in seine Arbeiten beständig hin.

Siehe dazu auch: R. Baer, "Hegel und die Mathematik", Verhandlungen des zweiten Hegelkongresses vom 18.-21. Okt.1931 in Berlin, (B.Wigersma, Hrsg.) J.C.B. Mohr, Tübingen, 1932, p.104 f. - <http://www.vordenker.de>

⁴¹ Darstellung der Selbstreferenz als Antinomie:

$$\begin{aligned} \exists S \forall O : S(O) &= \text{non_}O(O) \\ \forall O : S_1(O) &= \text{non_}O(O) \\ S_1(S_1) &= \text{non_}S_1(S_1) \end{aligned}$$

(3b) in dieser Interpretation wiederum für eine Designation. Wenn nun zwischen (1) und (3b) ein inhaltlicher Zusammenhang existieren soll, und das war der Ausgangspunkt, dann erhält man auf diesem Wege die bekannte Begriffspyramide, d.h. in (1) wird z.B. der Name eines Objekts designiert und in (3b) der Begriff, das ist der Name der entsprechenden Objektklasse. Nehmen wir als Beispiel den "Tisch", der vor uns steht, als Objekt, dann erfolgt in (1) die Bestimmung des Namens des realen Objekts und in (3b) wird der Begriff, als Ergebnis des denkenden Subjekts – das Gedachte – designiert. Damit wiederholt sich das Sein im Denken, als Allgemeines in der Form des identischen Begriffs.

Diese allgemeinen Begriffe und ihre Relationen zueinander stellen in den klassischen Naturwissenschaften heute die abstrakteste Form des Denkens vom Sein dar und es stellt sich die Frage: Sind diese Formen des Denkens das Ende aller Möglichkeiten abstrakten Denkens schlechthin ?

Im Rahmen der Interpretation_2 ist die Welt der klassischen Logik wieder in Ordnung, das Subjekt wurde aus dem Kalkül eliminiert und erneut in die Negation verbannt. Die Aufgabe einer formalen Modellierung des Denkens als Prozeß bleibt damit weiterhin ungelöst.

Da die klassische (monokontexturale) Logik in ihrer Ontologie ein isoliertes Subjekt dem Objekt gegenüberstellt, ist dieses Subjekt bzw. das empirische Subjekt, das diesem subsumiert ist, der objektiven Welt gegenüber "bewußtlos". Sein formales Denken bleibt objekt-fixiert. Das bedeutet, daß alle Subjekte, die relativ zu einem denkenden Ich zur Welt gehören, ganz in der Tradition naturwissenschaftlichen Denkens als Seiendes gedacht werden, d.h. objektiviert, irreflexiv und identisch (Satz der Identität). Generell trifft das sowohl auf mentale Prozesse aber auch auf gesellschaftliche Institutionen oder gesellschaftliche Prozesse zu. Auch sie können nur irreflexiv gedacht werden. Daraus ergeben sich die bekannten Dichotomien dieser Logik, die in verschiedener Weise die unterschiedlichsten Aspekte des Grundverhältnisses ausdrücken:

| | | |
|-------------|---|-------------------|
| Sein | – | Nichts |
| Objekt | – | Subjekt |
| Inhalt | – | Form |
| Sein | – | Denken |
| Positivität | – | Negativität |
| Designation | – | Nicht-Designation |

Um Denken als Prozeß überhaupt logisch-formal thematisieren zu können, ist die Reflexion auf das Verhältnis von denkendem Subjekt und Objekt zwingend notwendig, daran kann kein Zweifel bestehen. Da Denken als ein Prozeß und nicht als ein Zustand im Sinne der Physik angesehen werden muß, ist es sinnlos zu erwarten, daß ein solcher Prozeß in einem logischen Kalkül durch Affirmation positiv designiert werden könnte. Wäre dies möglich, dann wäre Denken ebenso zeitlos, ebenso tot und ebenso langweilig wie ein Stein (Satz der Identität!). Mithin ist also das Verschwinden des Subjekts und damit natürlich auch des Denkens als Prozeß in der Negation nicht sonderlich überraschend. Formal hilft diese Erkenntnis allerdings nicht weiter. Es gilt also ganz allgemein:

Denken als Prozeß läßt sich wie alle anderen mentalen Prozesse positiv-sprachlich nicht darstellen.⁴²

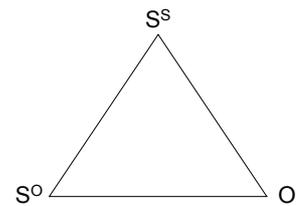
⁴² Siehe dazu auch: J. Jaynes, "The Origin of Consciousness in the Breakdown of the Bicameral Mind", Houghton Mifflin Comp., Boston, 1976

Was also benötigt wird, ist eine Sprache, die es erlaubt, mentale Prozesse negativ-sprachlich und formal-logisch widerspruchsfrei zu modellieren. Nur auf einer solchen Basis ist es überhaupt möglich, eine "Theorie lebender Systeme" zu entwickeln.

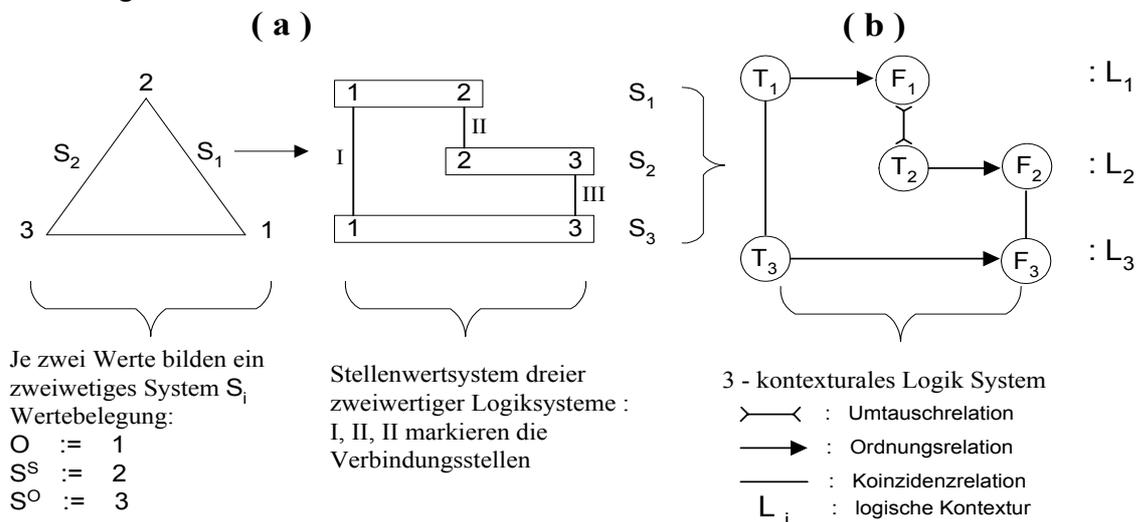
Es ist der Verdienst von Gotthard Günther, die Grundlagen einer solchen Sprache gelegt und in der Folgezeit der Verdienst von Rudolf Kaehr⁴³, diese Grundlagen weiter entwickelt zu haben.

● *Polykontexturale Logik als System distribuerter Logiksysteme*

Um also das Verhältnis von Subjekt und Objekt zu reflektieren, muß das symmetrische Umtauschverhältnis von Affirmation und Negation, welches die klassische Logik auszeichnet, aufgebrochen werden, um zu verhindern, daß sich dieses Symmetrieverhältnis, in Meta-Ebenen stufenförmig permanent iteriert. Ein Asymmetrieverhältnis entsteht, wenn die Idee eines Universal-subjektes aufgegeben und Subjektivität über mindestens zwei Reflexionszentren, nämlich Ich und Du, distribuiert wird. Es entsteht dabei das nebenstehende vereinfachte (Kommunikations-)Schema mit S^S als subjektivem Subjekt, S^O als objektivem Subjekt und O als Objekt.



Betrachtet man dieses Dreierschema als neue Grundlage einer Logik, in die Subjektivität als Thema eingehen soll, so müssen, um dieses Schema logisch modellieren zu können, die drei verschiedenen Stellen, mit Werten belegt werden. Dazu benötigt man mindestens drei Werte, was bedeutet, daß die neue Logik eine mehrstellige Logik sein muß. Aus dem obigen einfachen Schema lassen sich die in der Abb_1 dargestellten verschiedenen Figuren ableiten⁴⁴:



Abbildung_1: 3-kontexturales Logiksystem

Deutsche Übersetzung: "Der Ursprung des Bewußtseins", Rowohlt TB., 1993.

⁴³ Siehe dazu: R. Kaehr, "Materialien zur Formalisierung der dialektischen Logik und der Morphogrammatik", in: G. Günther, "Idee und Grundriß einer nicht-Aristotelischen Logik 1973-1975", (2. Auflage) Felix Meiner Verlag, Hamburg, 1978.

⁴⁴ J. Ditterich, in: "Zukunft als Gegenwart" (D. Hombach, ed.), ZETA 01, Rotation, Westberlin, 1982, S. 120-155.

Wie man der Abb_1a entnehmen kann, werden die beiden (Reflexions-)Systeme S_1 und S_2 durch S_3 zu einem geschlossenen Gesamtsystem von drei 2-wertigen logischen Domänen, den Kontexturen, zusammengefaßt. In dem Schema der Abb_1a sind die Kontexturen, noch mit S_1 , S_2 , S_3 bezeichnet, da sie als Reflexionszentren die über Ich, Du und Es distribuierte Subjektivität symbolisieren sollen. In anderen Worten, anstelle eines Universalsubjekts wird Subjektivität jetzt distribuiert über drei logische Orte gedacht. Grundsätzlich tritt jedoch eine Vielheit von Reflexionszentren auf, die miteinander vermittelt werden müssen. Eine Vielheit deswegen, weil die Distribution der Subjektivität über Ich und Du zwar ein erster grundlegender Schritt ist, der aber angesichts der Vielheit empirischer Subjekte eine Vielheit von Reflexionszentren erfordert – Zitat Günther⁴⁵:

"Ist aber die Autonomie der Ich-Subjektivität gegenüber der Du-Subjektivität nicht in einem absoluten Subjekt aufhebbar (weil das Dritte ja immer nur ein Es ist), dann wird der Gegensatz von Ich und Du für die formale Logik relevant. D.h. der logische Formalismus hat nicht einfach zwischen Subjekt und Objekt zu unterscheiden, er muß vielmehr die Distribution der Subjektivität in eine Vielzahl von Ichzentren in Betracht ziehen. *Das bedeutet aber, daß das zweiwertige Verhältnis von Subjekt und Objekt sich in einer Vielzahl von ontologischen Stellen abspielt, die nicht miteinander zur Deckung gebracht werden können.* An dieser Stelle eröffnet sich endlich der Ausblick auf eine transklassische mehrwertige Logik. Eine solche Logik ist ihrem Ursprung nach nichts weiter als ein Stellenwert-System der klassischen Logik."

Zum besseren Verständnis der Schemata aus Abb_1 und der noch folgenden Tabellen seien hier zunächst einige allgemeine Anmerkungen zum Thema Polykontexturallogik (PKL) in thesenhafter Form angeführt⁴⁶:

- _a) Aus der Abb_1 leitet sich beispielsweise die Hegelsche Triadik der Reflexion wie folgt ab:
 - $S_1 : (S^S/O) : \text{Reflexion-in-anderes}$
 - $S_2 : (S^S/S^O) : \text{Reflexion-in-sich}$
 - $S_3 : (O/S^O) : \text{Reflexion-in-sich der Reflexion-in-sich-und-anderes}$
- _b) Innerhalb jeder Kontextur, also i n t r a-kontextural, gelten jeweils alle Regeln der klassischen Logik. In Abb_1a sind die Kontexturen mit S_1 , S_2 , bzw. mit L_1 , L_2 , L_3 (rechte Bildhälfte) gekennzeichnet. Der polykontexturale Graph in Abb_1b ist strukturgleich mit der Skizze des dreiwertigen Stellenwertsystems aus Abb_1a.
- _c) In der PKL gibt es Operatoren, die es in den monokontexturalen Logiksystemen nicht gibt. Diese Operatoren regeln den i n t e r-kontexturalen Übergang zwischen den Kontexturen. Zu ihnen gehören die Transjunktion sowie die (globalen) Negationen, die sich auf Kontexturen und nicht auf Werte innerhalb einer Kontextur beziehen.
- _d) Intra-kontextural, d.h. innerhalb einer Kontextur, entstehen die bekannten über- bzw. untergeordneten (hierarchischen) Strukturverhältnisse, auf die wir in Abschnitt_2 bis _4 hingewiesen haben. In Abb_1b ist das durch einen Pfeil, der die Ordnungsrelation) symbolisieren soll, dargestellt.
- _e) Inter-kontextural, d.h. bei Übergängen zwischen verschiedenen Kontexturen entstehen nebengeordnete (heterarchische) Strukturverhältnisse. Dies ist auch als

⁴⁵ G. Günther, "Das Problem einer transklassischen Logik" in: Beiträge ", Band 3.

⁴⁶ Siehe dazu auch: Glossar der PKL unter: <http://www.Techno.Net/pkl/>

formal logische Definition des Begriffs "Heterarchie" anzusehen. In der Abb_1b sind diese Übergänge durch die Umtausch- und Koinzidenzrelation symbolhaft.

- _f) Die PKL regelt sozusagen das Wechselspiel von hierarchischen und heterarchischen Strukturen. Heterarchische Strukturen können formal logisch nur im Sprachrahmen der PKL thematisiert werden.
- _g) Man spricht von Diskontexturalität als Kontexturalitätsdifferenz, als struktureller Abbruch, der zwischen zwei Kontexturen existiert
- _h) Da die Kontexturen durch ihre Stellenwerte charakterisiert sind, im obigen Beispiel waren dies die Werte 1 bis 3, gibt es nicht nur eine globale Negation sondern immer eine Vielzahl von Negationen, deren Anzahl unmittelbar von Anzahl der Kontexturen abhängig ist.
- _i) Darüber hinaus gibt es selbstverständlich, wie in der klassischen Logik, innerhalb einer jeden Kontextur jeweils eine lokale Negation.
- _j) Das in Abb_1 dargestellte 3-kontexturale Logiksystem ist der kleinste mögliche Verbund von untereinander vermittelten Kontexturen – weniger als drei gibt es nicht.
- _k) Zwischen der Anzahl der Stellenwerte m und der Anzahl der 2-wertigen Kontexturen gibt es folgenden Zusammenhang:

$$\text{Anzahl der Kontexturen} = \binom{m}{2}$$

- _l) Ein echtes Logiksystem entsteht erst mit vier Werten und, nimmt man obige Formel, mit sechs 2-wertigen untereinander vermittelten Kontexturen.
- _m) Die Stellenwerte m haben nichts mit den Werten, im klassischen Sinne von logisch wahr oder logisch falsch zu tun, sie markieren die logischen Orte von Kontexturen und dienen dazu, logische Orte (Kontexturen) nicht nur zu markieren, sondern sie durch logische Operationen miteinander unterschiedlich zu vermitteln. Die Stellenwerte dienen sozusagen dem "Kontextur-Management". Bei allen logischen Verknüpfungen der Stellenwerte steht die Ziffer »1« in Analogie zu (klassisch) positiv und alle anderen zu (klassisch) negativ.
- _n) Die Stellenwerte werden auch lokal benutzt, wie man bereits der Abb_1 entnehmen kann (siehe auch Tafel_8).
- _o) Entscheidend ist, daß die Kontexturen nicht isoliert, d.h. getrennt, voneinander stehen, sondern über Operatoren miteinander vernetzt sind. Daraus resultiert ein System von parallel distribuierten und vernetzten Logiken, den Kontexturen. Die PKL ist ein parallel vernetzter Logik-Kalkül.

● *Kenogramme (Leerschriftstellen) und Morphogramme*

Neben den Stellenwerten, die immer noch als Zeichen für etwas stehen, gehören zum "Kontextur-Management", die von Günther eingeführte "Kenogrammatik" sozusagen als eine Leerschriftsprache sowie die "Morphogrammatik". In dem vorliegenden Beitrag soll nur kurz auf die Kenogrammatik eingegangen werden, die zusammen mit der Morphogrammatik, der dialektischen Zahlentheorie, der Theorie der Negativsprachen sowie der Negationszyklentheorie die Polykontexturalitätstheorie bilden.⁴⁷

⁴⁷ Siehe dazu: Rudolf Kaehr, "Das graphematische Problem einer Formalisierung der transklassischen Logik Gotthard Günthers", in: "Die Logik des Wissens und das Problem der Erziehung", Felix Meiner Verlag, Hamburg 1981, S.254-274.

Im folgenden soll als Beispiel die Konjunktion für das oben eingeführte 3-kontexturale Logiksystem diskutiert werden. In der Tafel_1 sind die Wahrheitstafeln der Konjunktion in klassischer Notation sowie in der Notation der PKL zusammengestellt. Die Tafel_2 gibt die Verknüpfungsregeln für drei Stellenwerte wieder.

| Konjunktion | | | | |
|---------------------|---|--------------|---------------------------|---|
| Klassische Notation | | | polykontexturale Notation | |
| p | q | $p \wedge q$ | p | q |
| 0 | 0 | 0 | 2 | 2 |
| 0 | 1 | 0 | 2 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Tafel_1

| Konjunktion | | |
|-------------|---|--------------|
| p | q | $p \wedge q$ |
| 1 | 1 | 1 |
| 2 | 1 | 2 |
| 3 | 1 | 3 |
| 1 | 2 | 2 |
| 2 | 2 | 2 |
| 3 | 2 | 3 |
| 1 | 3 | 3 |
| 2 | 3 | 3 |
| 3 | 3 | 3 |

Tafel_2

Abstrahiert man nun von den Werten, dann ergibt sich die in der Tafel_3 dargestellte Situation für die Konjunktion:

| | | Konjunktion | | Exklusion | |
|---|---|--------------|--|-----------|---|
| p | q | $p \wedge q$ | | p | q |
| 1 | 1 | 1 | | 2 | |
| 2 | 1 | 2 | | 1 | |
| 1 | 2 | 2 | | 1 | |
| 2 | 2 | 2 | | 1 | |

Wertabstraktion →

△

□

□

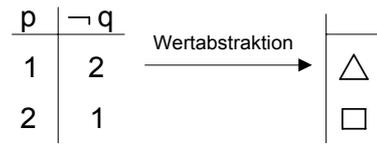
□

Kenogrammsequenz

Tafel_3

Während die Ziffern (1, 2) noch die Wahrheitswerte (wahr, falsch) repräsentieren, stellen die Symbole, die durch die Werteabstraktion eingeführt wurden, eine Leerstruktur dar. Das ist eine Struktur von Symbolen, die keinerlei Werte und damit auch keinerlei semantische Bedeutung besitzt. Wesentlich dabei ist allerdings der Verlauf, die Abfolge, der Leerstellen (Kenos). Mit anderen Worten, die verwendeten Symbole □ und △ bezeichnen leere Stellen, die je nach Bedarf entweder mit Werten besetzt werden können oder auch nicht besetzt werden. Aus Tabelle_3 kann man ersehen, daß die Symbolfolge, die Kenosequenz, der Exklusion, das ist die Negation der Konjunktion (oder NAND), aus struktureller Sicht identisch ist mit der Kenosequenz der Konjunktion. Das ergibt sich aus der Symmetrie der Negation, deren Kenogramm in Tafel_4 dargestellt wurde. Man erkennt, daß p und ¬p (nicht-p) kenogramatisch äquivalent sind, d.h. für die Werteabstraktion der Negation ist es völlig egal mit welchem Symbol welche Leerstelle markiert wird, man kann sie beliebig vertauschen.

R. Kaehr, & R., Ditterich, J., "Einübung in eine andere Lektüre: Diagramm einer Rekonstruktion der Güntherschen Theorie der Negativsprachen", Philosophisches Jahrbuch, 86. Jhg., 1979, S. 385-408 – <http://www.vordenker.de>



Tafel_4

Von entscheidender Bedeutung ist, daß eine Kenosequenz von vier Symbolen (Kenos) immer als eine Einheit – als ein Morphogramm – betrachtet wird. Das resultiert aus der 2-wertigen Logik, bei der immer vier Binärkombinationen für die Darstellung einer zweistelliger Operation benötigt werden (siehe dazu auch Tafel_1 und _3). Während es also nicht darauf ankommt, mit welchen Symbolen die Leerstellen markiert werden, ist die Gesamtstruktur – die Gestalt – der Morphogramme von großer Wichtigkeit. Beispielsweise besitzt die (Wert-)Sequenz 1222 die gleiche Struktur wie die Sequenz 2111 (siehe Tafel_3).

Insgesamt erhält man 15 Morphogramme (MG), von denen jedoch einige strukturell äquivalent sind. In Tafel_5 sind in der oberen Hälfte die strukturell voneinander unterschiedlichen Morphogramme dargestellt und in der unteren Hälfte die jeweils strukturell äquivalenten MGs.⁴⁸

| | 1 | 2 | 3 | 5 | 6 | 8 | | 9 | 10 | 13 | 14 | 15 |
|---|---|---|---|---|---|---|--|----|----|----|----|----|
| | * | * | * | * | * | * | | * | * | * | * | * |
| | * | * | □ | * | □ | □ | | ▲ | * | ▲ | □ | ▲ |
| | * | □ | * | * | * | □ | | * | ▲ | ▲ | ▲ | ○ |
| * | □ | □ | □ | * | * | * | | □ | □ | □ | * | □ |
| | * | □ | □ | * | * | * | | □ | □ | □ | * | □ |
| | * | □ | * | * | * | □ | | * | ▲ | ▲ | ▲ | ○ |
| | * | * | □ | * | □ | □ | | ▲ | * | ▲ | □ | ▲ |
| | * | * | * | * | * | * | | * | * | * | * | * |
| | 4 | 2 | 3 | 5 | 7 | 8 | | 12 | 11 | 13 | 14 | 15 |

Tafel_5

Es kann hier nicht auf alle Einzelheiten eingegangen werden, nur soviel sei angemerkt: Die Kenostrukturen ergeben ein Raster – eine Struktur –, in welche die 2-wertigen Logiksysteme abgebildet werden können, ohne daß sie koinzidieren, d.h. wieder zusammenfallen.⁴⁹ Je nach der Differenzierung der Kategorie der Iteration und der Position in einer Sequenz ergeben sich drei fundamentale kenogrammatistische Distinktionen, die als Proto-, Deutero- und Trito-Struktur bezeichnet werden.⁵⁰

⁴⁸ G. Günther, "Cybernetic, Ontology and Transjunctional Operations", in: Beiträge..., Bd.1

⁴⁹ G. Günther: "...the projected system of many-valuedness will form what we shall call an ontological grid which determines the relations of the various contextures to each other", in: "Life as Poly-Contextuality", in: Beiträge..., Bd.2.

⁵⁰ G. Günther, "Logik, Zeit, Emanation und Evolution", in: Beiträge..., Band 3.

Siehe auch: R. Kaehr, "Über Todesstruktur, Maschine und Kenogrammatik", Information Philosophie, 21. Jahrgang, Heft 5, Dez. 1993, Lörrach. – <http://www.vordenker.de>

- *Relator, Relatum und Relation der Relation*

Kehren wir wieder zurück zu dem Ausgangspunkt dieses Abschnitts, nämlich zu der Frage, wie Denken als Prozeß logisch thematisiert werden kann. Das Problem bestand ganz offensichtlich darin, die zwei folgenden Relationen als distinkte Relationen logisch parallel und simultan modellieren zu können, ohne daß diese koinzidieren, wie bei der inhaltlich-logischen Interpretation von Relationen (3):

$$\begin{aligned} \text{Subjekt denkt Objekt} &= S(O) \\ \text{Subjekt denkt (Subjekt denkt Objekt)} &= S(S(O)) \end{aligned} \quad (4)$$

Dazu schreiben wir die Relation (4) in leicht modifizierter Form:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Unterscheidung}_1: \text{System } \underline{O} \mid \text{Umgebung } O \\ \text{Unterscheidung}_2: \text{System } \underline{O} \mid (\text{System } \underline{O} \mid \text{Umgebung } O) \end{array} \right\} \quad (5)$$

Man sieht sofort, daß die beiden Relationen (4) und (5) strukturgleich sind. Es wurde lediglich eine etwas unterschiedliche Darstellung gewählt, anstelle des Begriffs Subjekt steht jetzt System, und anstelle von Objekt steht Umgebung. Damit soll nicht etwa der Begriff "Subjekt" abgeschafft sondern lediglich eine begriffliche Verallgemeinerung vorgenommen werden. Relation (5) symbolisiert nämlich auch die Minimalbedingung eines kognitiven Prozesses, bei dem ein System in der Lage sein muß, aus eigener Leistung eine Unterscheidung zwischen sich und seiner Umgebung treffen zu können. Damit wird klar, daß nur kognitive Systeme – vom Standpunkt des System aus – eine Umgebung besitzen können.⁵¹

Von der Prädikatenlogik und der Russellschen Typenlehre wissen wir, daß die Stufe eines Prädikats (Menge, Funktion, Operator, Relator) immer um eine Stufe (einen Typ) höher ist als die Stufe des Subjekts (Element, Argument, Operand, Relatum). Nun soll gemäß Relation (4) bzw. (5) aus dem Operator (Relator) ein Operand (Relatum) und aus einem Operanden (Relatum) ein Operator (Relator) werden, das kann aber nur geschehen, indem sich die Typenstufen jeweils ändern. Wenn der Index i die Stufe des Operanden angibt, dann folgt für (4) bzw. (5)⁵²:

$$\underline{O}_{i+1}(O_i)$$

Wenn nun der Operand (O_i) zum Operator wird, dann erhält man

$$\underline{O}_i(O_{i-1}) \quad \text{mit} \quad \underline{O}_i = O_i$$

Wenn auf der anderen Seite der Operator zum Operanden wird, dann gilt

$$\underline{O}_{i+2}(O_{i+1}) \quad \text{mit} \quad \underline{O}_{i+1} = O_{i+1}$$

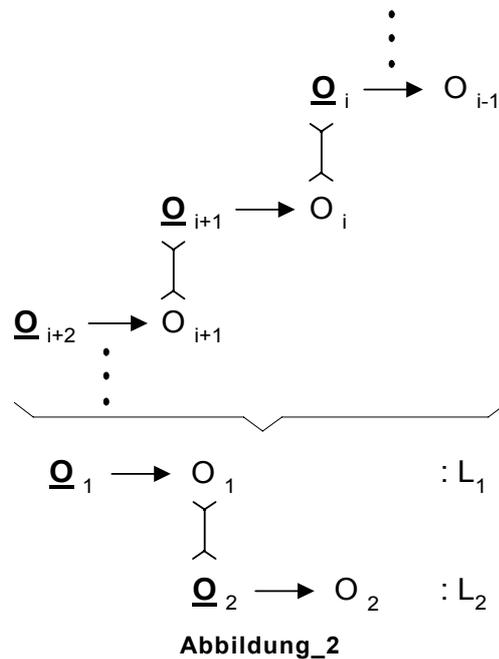
Dieses Umtauschverhältnis von Operator (Relator) und Operand (Relatum) wird von Günther als *Proemialrelation* bezeichnet und kann als vierstellige Relation zwischen zwei Operatoren und zwei Operanden aufgefaßt werden:

$$\text{PR}(\underline{O}_{i+1}, \underline{O}_i, O_i, O_{i-1}) \quad (6)$$

⁵¹ Das ist gleichzeitig auch eine Definition des Begriffs "Umgebung". Wie in Abschnitt_3 bereits dargestellt wurde, haben nicht-kognitive Systeme selbst keine Umgebung. Die Umgebung existiert bei nicht-kognitiven Systemen nur vom Standpunkt des Beobachters des Systems aus und nicht vom Standpunkt des Systems selbst. Die geschweifte Klammer soll andeuten, daß beide Unterscheidungen simultan parallel ablaufen.

⁵² G. Günther, "Cognition and Volition", in: Beiträge..., Band 2

Graphisch läßt sich dies wie folgt darstellen ⁵³ :



In Rahmen einer monokontexturalen Interpretation ist das Diagramm in der Abb_2 völlig unsinnig. Es wird erst vor dem Hintergrund der kenogrammatrischen Strukturen verständlich. Der Operator \underline{O}_1 wird nicht in seiner Wertedarstellung, sondern als kenogrammatrisches Strukturpattern zum Objekt eines Keno-Operators gedacht. Das ist entscheidend, denn würde der Operator \underline{O}_1 in seiner logischen Form thematisiert, so hätte man wieder die bekannte Iteration von Objekt- und Metasprache, das ist aber die endlose, die unendliche Stufenleiter.

Um nun das Umtauschverhältnis von Operator und Operand vermitteln zu können, benötigt man neben den beiden logischen Kontexturen L_1 und L_2 (s. Abb_2 unterer Teil) mindestens eine weitere Kontextur. Das Resultat ist in Abb_1b bereits dargestellt. Dort wurde zwischen F_1 und T_2 vermittelt⁵⁴, wobei F_1 als logisch falsch (vom Standpunkt_1 aus) und T_2 als logisch wahr (vom Standpunkt_2 aus) interpretiert wurde. Dabei wird der Widerspruch, der Gegensatz, vermittelt aber nicht aufgehoben. Würde der Widerspruch aufgehoben, und das kann nur in der Designation von Werten und damit intra-kontextural geschehen, dann wäre ein Zustand im Sinne der Physik und damit Zeitlosigkeit erreicht, jede Art von Prozessualität wäre damit beendet. Anders gewendet, die Aufrechterhaltung, die Balance, der Gegensätze, ist das formallogische Thema der "Theorie Polykontexturaler Systeme". Es sind dies die *Beiträge zur Grundlegung einer operationsfähigen Dialektik*.

Dialektik kann nicht als Zustand sondern nur als Prozeß gedacht werden. Dialektik ist keine Handlung sondern existiert nur im Denken,⁵⁵ und Denken selbst ist ein Prozeß

⁵³ R. Kaehr, "Materialien...", in: Idee und Grundriß...

⁵⁴ Anstelle von T_i und F_i in der Abb_1b kann auch \underline{O}_i und O_i geschrieben werden mit $i = 1, 2, 3$ wie in Abb_1b, das ändert an der Struktur nichts.

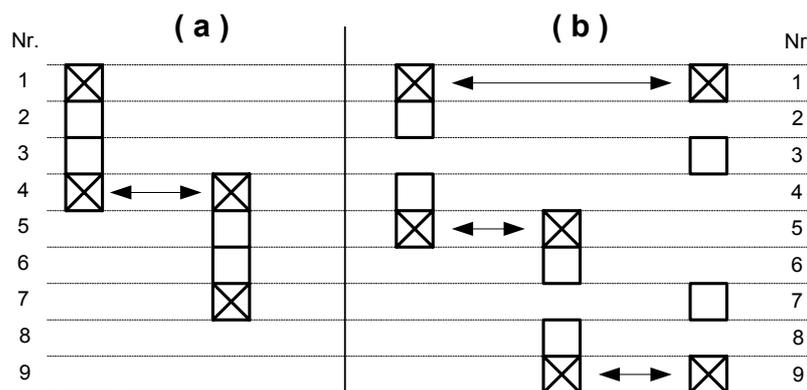
⁵⁵ Zitat Günther: "Dialektik ist der im Denken bejahte und aufrechterhaltene Widerspruch. Nun ist es ganz evident, daß, solange man logischen Formalismus mit Wertformalismus identifiziert, die in der Dialektik zutage getretene Problematik niemals formalisierbar sein

und eben gerade kein Zustand im Sinne der Physik, das kann gar nicht oft genug betont werden. Denken und Dialektik ereignen sich "in der Zeit", und diese kann – was sich hier schon andeutet – nicht mehr positiv-sprachlich formal als "physikalische Zeit" beschrieben werden (siehe Abschnitt_6).

- *Vom Morphogramm zur polykontexturalen Logik*

Von den Kenostrukturen gelangt man zur Logik, indem die Morphogramm-Strukturen mit Elementen belegt werden, die als logische Werte, als Stellenwerte, interpretiert werden. Wichtig dabei ist, daß die Struktur erhalten bleibt, d.h. gleiche Kenozeichen innerhalb eines Morphogramms werden mit gleichen Elementen und ungleiche mit ungleichen Elementen belegt.

Um aus den Morphogrammen ein Logiksystem aufzubauen, müssen einzelne Morphogramme zusammen geführt werden. Im folgenden wird wiederum als Beispiel das System aus Tafel_2 mit drei Stellenwerten betrachtet. In der Tafel_7 ist auf der linken Seite eine Konfiguration mit zwei Morphogrammen angegeben.⁵⁶ Man kann sofort erkennen, daß zwei Morphogramme unmöglich alle neun Positionen, die sich für die neun Kombinationen in einem dreistelligen Logiksystem gemäß Tafel_2 ergeben, abdecken können.



Tafel_7

Die Kombination von drei Morphogrammen auf der rechten Seite der Tafel_7 füllt alle neun Positionen aus, die für eine dreistellige Logik gemäß Tafel_2 erforderlich sind. Wichtig ist nun, daß die drei Morphogramme jeweils in der ersten und der letzten Position (in Tafel_7 mit einem Kreuz markiert) kenogrammatik "gleich" sind, da sich die Sequenzen an diesen Positionen überlappen. Diese Stellen bilden die Vermittlungspunkte. Die drei Morphogramme müssen also jeweils an den drei Vermittlungsstellen zusammenpassen. Aus der Tafel_7 kann man sehen, daß mindestens drei Kontexturen notwendig sind, um einen polykontexturalen Graphen, wie er in Abb_1b abgebildet ist, zu erzeugen.

In der Tafel_8 ist das zur Notation der Abb_1 korrespondierende Vermittlungssystem von drei 2-wertigen Logik-Systemen dargestellt. In jedem dieser 2-wertigen Systeme (hier als L_1 , L_2 und L_3 bezeichnet) tritt die Konjunktion als das logisches Motiv auf. Die Vermittlungsbedingung besteht, wie schon erwähnt, darin, daß in den jeweiligen

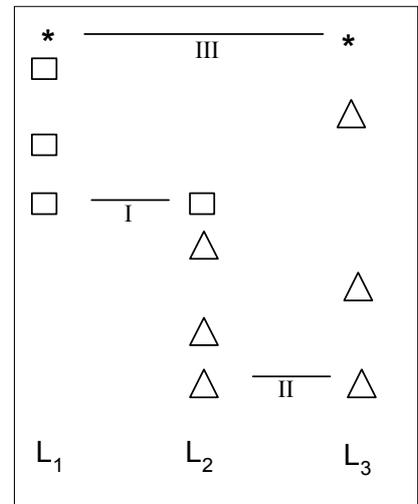
kann [...] Und Widerspruch ist stets Wertwiderspruch!" aus: G. Günther, G.: "Das Problem einer transklassischen Logik", S. 75, in: Beiträge..., Bd.3.

⁵⁶ G. Günther, "Cybernetic, Ontology and Transjunctural Operations", in: Beiträge..., Bd.1.

äußeren Stellen der Sequenzen die Werte mit den korrespondierenden Werten der anderen Sequenzen "gleich" sind. Das sind die mit I, II, III markierten Stellen (siehe auch Abb_1). "Gleichheit" ist hier aber nicht im Sinne logischer Identität gemeint, denn Identität der Werte ist nur intra-kontextural, also innerhalb der 2-wertigen Systeme definiert, und eine Meta-Identität muß unbedingt vermieden werden. "Gleichheit" muß daher über die Kenoform vermittelt sein. Zwei Kenosequenzen, die sich z.B. aus 1222 und 2333 ergeben sind bezüglich ihrer Struktur, ihrer Gestalt, gleich. Da es gleichgültig ist, welche Zeichen innerhalb einer Sequenz verwendet werden, muß für eine Verknüpfung an den jeweiligen Verbindungsstellen ein gleiches Kenozeichen stehen. Zur besseren Veranschaulichung sind in Tafel_8b die Kenosequenzen zu dem Beispiel aus Tafel_8a dargestellt. Ein Vergleich mit Tafel_5 zeigt, daß es sich im gewählten Beispiel um das Morphogramm [4] handelt, welches in Tafel_8 in allen drei Positionen über die Konjunktion vermittelt wurde.⁵⁷

| Nr. | p | q | J | \wedge_1 | \wedge_2 | \wedge_3 |
|-----|---|---|---|------------|------------|------------|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | ----- | 1 |
| 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | III | |
| 3 | 3 | 1 | 3 | | | 3 |
| 4 | 1 | 2 | 2 | 2 | | |
| 5 | 2 | 2 | 2 | 2 | ----- | 2 |
| 6 | 3 | 2 | 3 | | I | |
| 7 | 1 | 3 | 3 | | | 3 |
| 8 | 2 | 3 | 3 | | 3 | |
| 9 | 3 | 3 | 3 | | 3 | ----- |
| | | | | L_1 | L_2 | L_3 |

Tafel_8a



Tafel_8b

| Nr | J | L_1 | L_2 | L_3 | L_1 | $R^1(L_1)$ | L_2 | L_3 |
|----|---|-------|-------|-------|---------------------|------------|---------|-------|
| 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 2 ----- | | ② |
| 2 | 2 | 2 | | | 2 | 1 | | |
| 3 | 3 | | | 3 | $\xrightarrow{R^1}$ | | | 3 |
| 4 | 2 | 2 | | | 2 | 1 | | |
| 5 | 2 | 2 | 2 | | 2 | 1 ----- | ① | |
| 6 | 3 | | 3 | | | | 3 | |
| 7 | 3 | | | 3 | | | | 3 |
| 8 | 3 | | 3 | | | | 3 | |
| 9 | 3 | | 3 | 3 | | | 3 ----- | 3 |
| | | | (a) | | | | (b) | |

Tafel_9

In Tafel_9 ist dargestellt, wie sich eine Operation auf das 3-kontexturale System der Tafel_8 auswirkt. Konkret wurde ein Reflektor R^1 auf die Kontextur L_1 angewendet,

⁵⁷ Anmerkung: Das Symbol J in Tafel_8a und die Werte in der Spalte J entsprechen der Bezeichnung [4,4,4] und den Werten der Spalte [4,4,4] der Tafel VIII in "Cybernetic Ontology and Transjunctural Operations", in: Beiträge..., Bd.1

wie dies aus den Spalten 6 und 7 hervorgeht. Man sieht, daß sich durch diese Operation auch die Werte in den Kontexturen L_2 und L_3 verändern. Es dringen in L_2 und L_3 sogenannte Fremdwerte ein. Das Eindringen von benachbarten Werten in eine Wertesequenz wird als *Transjunktion* bezeichnet.

- *Polykontexturalität beginnt mit 4 – nicht mit 1 oder 2 oder 3*

Aus der Tafel_5 wird deutlich, daß das Strukturmuster der Morphogramme (MG) erst mit MG[15] vollständig ist, d.h. wenn vier verschiedene Kenozeichen eingeführt worden sind. Damit wird verständlich, daß für ein vollständiges polykontexturales Logik-System mindestens vier unterschiedliche logische Positionen, d.h. vier Stellenwerte mit sechs 2-wertigen Kontexturen notwendig sind. Polykontexturalität beginnt also nicht mit der Eins auch nicht mit der Drei, also der Triade, sondern mit der Vierheit. Der Verbund der drei logischen Kontexturen aus Abb_1 stellt nur die kleinstmögliche irreduzible Einheit dar, die allerdings noch kein vollständiges Logiksystem repräsentiert. Die vier logischen Orte sind erforderlich, wenn man sich beispielsweise die Umtauschrelationen von Operator und Operand aus der Abb_2 betrachtet. Was Operator an einem Ort ist, ist Operand an einem andern Ort und umgekehrt. Man sieht leicht ein, daß auch für dieses Wechselspiel von Operator und Operand mindestens vier logische Orte erforderlich sind, wie dies in der Relation (6) im Anschluß an die Abb_2 ausgedrückt wurde.

Die Modellierung der Relation von Operator und Operand ist, wie oben aufgezeigt wurde, die Grundlage für eine logische Modellierung mentaler Prozesse. Die Kenogrammatik und die Morphogrammatik stellen dafür eine Vielfalt möglicher Strukturen sowie das Werkzeug für ein Kontextur-Management zur Verfügung, wovon hier nur ein winzig kleiner Ausschnitt angeführt werden konnte.

6. VON FREIHEIT, NOTWENDIGKEIT UND ROBOTERN

Diesem Abschnitt soll als Zusammenfassung und Weiterführung ein Zitat von Gotthard Günther vorangehen⁵⁸:

"... Der klassische Mechanismus [einer Maschine] ist eine getreue Nachbildung und Wirklichkeitsprojektion der Denkgesetze wie sie sich im rationalen Bewußtseinsraum des Menschen abspielen. Diese Denkgesetze befassen sich nur mit Dingen und ihren Verhaltensweisen....

Im transklassischen Mechanismus aber zielt die Ingenieur Tätigkeit auf eine vom Menschen bewirkte Wiederholung der Grundgesetze alles gegenständlichen Daseins. Also eines, das auch Subjektivität einschließt! Man will sozusagen den Code des Universums entdecken...

Denn wenn wir heute der Seelenseite noch pseudo-subjektive Daten zurechnen, die sich schließlich als objektive Eigenschaften der Umwelt demaskieren lassen, so bedeutet das, daß an der bisherigen Geistesgeschichte und dem Selbstverständnis des Menschen Erhebliches zu korrigieren ist. Der Prozeß dieser Korrektur ist dasjenige, worum es sich in der nächsten Großepoche der Weltgeschichte handeln wird."

In Abschnitt_2 haben wir die Turing Maschine als klassische Maschine 1-ter Ordnung eingeführt, deren Idealisierung gerade darin besteht, daß sie niemals Fehler macht, beliebig lange laufen kann und eine unbegrenzte Speicherkapazität hat. Bereits Turing hielt es für eine bedeutsame Tatsache, festzustellen, daß menschliche Mathematiker durchaus in der Lage sind, Fehler zu machen; er behauptete, auch ein Computer solle, um wirklich intelligent sein zu können, Fehler machen dürfen.⁵⁹ Das kann nur heißen, daß eine intelligente Maschine, ein intelligenter Algorithmus, eine Maschine sein muß, die in der Lage ist, aus eigener Leistung Fehler machen zu dürfen – oder, anders ausgedrückt: Eine Maschine kann dann, wenn erwartet wird, daß sie unfehlbar ist, nicht auch intelligent sein. Diese Aussage gilt selbstverständlich nicht nur für technische Artefakte: Unfehlbarkeit und Intelligenz schließen sich gegenseitig aus.

Damit kein Mißverständnis aufkommt, es geht hier nicht um den Absturz eines Computerprogramms oder um die Botschaft "syntax error" nach dem Start des selbst geschriebenen Computerprogramms, es geht auch nicht um das Versagen der Bremsen eines Autos usw., sondern hier ist gemeint, daß eine Maschine aus eigener Leistung eine Entscheidung trifft und damit eine neue nicht vorprogrammierte Situation schafft. Kurz, es geht um die Entstehung von Neuem. In diesem Kontext ist zu fragen, was ein Fehler ist und was nicht. Mit anderen Worten, hier wird die Frage nach dem Standpunkt, von dem aus eine Entscheidung der Maschine als ein Fehler angesehen wird, von Bedeutung. Damit wird nicht ausgeschlossen, daß auch die Maschine einen Standpunkt besitzt, von dem aus die Entscheidung getroffen wurde, die von einem anderen Standpunkt aus möglicherweise als Fehler interpretiert wird.

⁵⁸ G. Günther, "Maschine, Seele und Weltgeschichte", in: Beiträge..., Bd.3.

⁵⁹ A.M. Turings ACE Report of 1946 and other papers – Vol 10 "In the Charles Babbages Reprint Series for the History of Computing", (B.E. Carpenter, B.W. Doran, eds.) The MIT Press, 1986 : Zitat: "... In other words then, if a machine is expected to be infallible, it cannot also be intelligent."

Allgemein besteht die wissenschaftliche Auffassung, daß nur Notwendigkeit und Voraussage miteinander vereinbar sind, nicht jedoch Freiheit und wissenschaftliche Vorherbestimmung oder gar Neues und Determiniertheit. Diese allgemein verbreitete Vorstellung ist jedoch nur dann uneingeschränkt richtig, solange man im Rahmen einer monokontexturalen Wissenschaftskonzeption argumentiert. Sie ist sogar dann noch gültig, wenn der Begriff des Zufalls eingeführt wird; es bedarf dann lediglich einiger Ergänzungen, und das Resultat ist dann beispielsweise eine "Theorie des determinierten Chaos". Diese klassisch, monokontextural geprägte wissenschaftliche Auffassung, wird jedoch grundfalsch, wenn man zu einem polykontexturalen Wissenschaftsansatz übergeht.

Aus der Diskussion der vorangegangenen Abschnitte sollte klar geworden sein, daß es auf der Basis eines monokontexturalen Wissenschaftsansatzes keine wissenschaftliche Beschreibung, keine Modellierung oder Simulation eines Systems geben kann, welches aus eigener Leistung "Neues" hervorbringt. Nun gehört es zu den wesentlichen Eigenschaften lebender Systeme, "Neues" zu kreieren, eine Eigenschaft, ohne die jede Evolutionstheorie ein schierer Witz wäre. Wenn es aber auf der Grundlage eines monokontexturalen Wissenschaftsansatzes keine Theorie des "Neuen" geben kann, und die Fähigkeit "Neues" hervorzubringen wiederum essentiell für eine Theorie der Evolution ist, dann erhebt sich zwangsläufig die Frage nach der wissenschaftlichen Solidität nicht nur der heutigen Evolutionstheorien sondern auch der Wissenschaften vom Leben ganz generell. Ebenso muß sich die Künstliche-Intelligenz-Forschung die Frage nach der Solidität ihrer wissenschaftlichen Grundlagen stellen, denn auf der Basis monokontexturaler Logiksysteme sind keine Maschinen oder Algorithmen möglich, die mentale Prozesse abbilden, sie modellieren oder simulieren könnten – kurz, Algorithmen, die Fehler machen dürfen. Künstliche Intelligenz bleibt auf der Basis einer monokontexturalen Logik nur eine bedeutungsleere Worthülse.

- *Die polylogische Maschine*

Auf der Grundlage einer monokontexturalen Logik kann es nur mono-logische Maschinen geben und diese sind determiniert. Sie sind damit prinzipiell niemals in der Lage "Neues" aus eigener Leistung hervorzubringen, dafür fehlen ihnen die notwendigen Freiheitsgrade einer polykontexturalen – einer polylogischen – Maschine. Diese Freiheitsgrade sind zwingend notwendig, wenn ein Algorithmus aus eigener Leistung "Neues" hervorbringen soll, denn dazu muß sich der Algorithmus selbst verändern können, nur so kann "Neues" entstehen.

In Abschnitt_2 wurde ausführlich dargestellt, daß sich alle monokontexturalen Algorithmen sequentiell – also als Turing-Maschine (TM) – darstellen lassen. Ein solcher Algorithmus kann sich aus eigener Leistung niemals umschreiben oder umkonstruieren und dabei simultan auch noch existieren, d.h. als Prozeß ablaufen. Letzteres ist entscheidend, denn "Algorithmus" bedeutet, daß etwas im Sinne eines Prozesses abläuft. Das vermag die TM ebenso wenig, wie ein Automobil sich aus eigener Leistung umbauen kann. Um das einzusehen, muß man nicht Informatiker sein oder umgekehrt, sollte man vielleicht gerade nicht Informatiker sein.

In anderen Worten, eine polykontexturale, eine polylogische Maschine läßt sich prinzipiell nicht als Turing Maschine, als mechanische Abbildung von Algorithmen denken oder darstellen. Versuchen wir es dennoch, uns gedanklich die Funktionalität einer hypothetischen polykontexturalen, polylogischen Turingmaschine vorzustellen, dann ist

die erste Frage, die beantwortet werden muß, die nach der Funktionalität. Was soll die Maschine, die wir als "Polylogische Maschine (PLM)" bezeichnen wollen, leisten?

Definition: Eine PLM soll in der Lage sein, logisch ablaufende Prozesse (logische Operationen) auszuführen und parallel und simultan dazu jeden einzelnen Schritt eines derartigen Prozesses zu analysieren und die Resultate der Analyse in Wechselbeziehung zu den Schritten der Prozesse zu setzen, um diese gegebenenfalls steuernd zu korrigieren, das heißt zu verändern.

Diese Aufgabenbeschreibung hat aus klassisch monokontexturaler Sicht einen kleinen Schönheitsfehler, denn es ist völlig klar, daß die Forderung nach der Analyse eines Prozesses bereits selbst wieder ein umfangreiches Bündel von Aktionen, einen Algorithmus – eine PLM – voraussetzt. Die Definition einer PLM gleicht sozusagen einer Babuschka, dem materialisierten Symbol monokontexturaler Meta-Ebenen. Dieser Aspekt kann zunächst jedoch einmal ausgeklammert werden, denn es wiederholt sich dabei nur die strukturelle Grundthematik, die in der vorliegenden Aufgabenstellung auch ohne Berücksichtigung dieses Punktes bereits angelegt ist.

Um die gestellte Aufgabe lösen zu können, muß der Algorithmus, das ist die PLM, in der Lage sein, die Operatoren des einen Prozesses simultan als Operanden eines anderen Prozesses in irgendeiner Form bearbeiten zu können. Die PLM muß die Situation der Relation (5) technisch realisieren können.⁶⁰

Wenn wir also jetzt versuchen, uns das im Modell der Turing Maschine (TM) vorzustellen, dann bedarf es zunächst einmal eines Ensembles von parallel arbeitenden TMs. Das ist noch kein Problem. Nun haben wir in Abschnitt_2 bereits darauf hingewiesen, daß sich parallele Algorithmen sequentiell auf einer TM abbilden lassen. Das jedenfalls läßt sich mit jedem monokontextural strukturierten Algorithmus durchführen. Im Umkehrschluß bedeutet dies, daß in unserem Gedankenexperiment die PLM als ein Ensemble parallel arbeitender TMs angesehen werden muß, welches sich nicht sequentiell darstellen läßt, wenn es der gestellten Aufgabe gerecht werden soll. Das ist dann allerdings ein Problem.

Damit sind wir bei der hinlänglich bekannten Feststellung angelangt, daß die Summe der Teile (im vorliegenden Fall der parallelen TMs) etwas anderes ist als das Ganze (im vorliegenden Fall das Ensemble der parallelen TMs also die PLM). Diese Aussage bezieht sich wie immer auf die Funktionalität, den Algorithmus, und nicht auf die Materialität, denn sonst wäre diese Aussage völlig unsinnig.

Da nun die einzelnen parallelen TMs in unserem hypothetischen Ensemble in die Lage versetzt werden müssen, miteinander Daten auszutauschen, folgt, daß die TMs in irgendeiner Form physisch miteinander verbunden sein müssen. Es sind diese Verbindungen, die aus der Gesamtheit der TMs, der PLM, ein mechanisch nicht mehr abzubildendes Konstrukt machen.⁶¹ Auf der anderen Seite sind diese Verbindungen physikalisch

⁶⁰ Ohne nähere Begründung sei hier angemerkt, daß zur Realisierung einer solchen Maschine mindestens vier verschiedene logische Orte (vier Stellenwerte) und daraus resultierend sechs 2-wertige Logiksysteme notwendig sind (siehe auch Abschnitt_4: "Polykontexturalität beginnt mit 4 ...").

⁶¹ Üblicherweise werden parallele arbeitende Turing Maschinen mit zusätzlichen Bändern für die Ausgabe der einen TM und für die Eingabe der anderen TM versehen. Man kann aber

existent, denn das ganze ist ein Computer, der aus Materie, d.h. aus Hardware, besteht und somit ein *bona fide* Objekt darstellt, welches monokontextual beschreibbar ist. Anders gewendet, das Dilemma besteht darin, daß wir Hard- und Software als getrennte Entitäten denken und genau das ist bei einer PLM nicht mehr möglich: Soft- und Hardware bilden eine dialektische Einheit.⁶²

In anderen Worten, das hypothetische Modell eines Ensembles von parallel arbeitenden Turing Maschinen eignet sich nicht als Denkmodell zur Darstellung selbstreferentieller bzw. mentaler Prozesse, und damit scheidet die Turing Maschine als theoretisches Modell für die Beschreibung der PLM aus. Anders gewendet, mentale oder ganz allgemein polykontextual strukturierte Prozesse lassen sich grundsätzlich nicht mechanisch oder gegenständlich denken.

Sich etwas gegenständlich nicht vorstellen zu können heißt aber noch lange nicht, daß dieses Etwas deshalb technisch nicht realisierbar wäre, denn alles was sich in einer endlichen Abfolge von logisch widerspruchsfreien Aussagen formal darstellen läßt, kann auch technisch umgesetzt werden. Dazu ist es auch nicht notwendig auf die Entwicklung neuer Hardware im Sinne der Nanotechnologie oder der Biocomputer zu warten, denn auch diese Hardware läßt sich ganz im Sinne der Physik monokontextual beschreiben, die Miniaturisierung ist eben gerade nicht das primäre Problem.

- *McCullochs "Circuitry of Ethical Robots"*

Im folgenden soll ein Beispiel trans-klassischer Technik diskutiert werden, um aufzuzeigen, daß es möglich ist, sich technische Systeme vorzustellen, die im klassischen Sinne nicht-determiniert sind. Das ist deshalb von Bedeutung, weil es bei jeder technischen Anwendung natürlich immer auch um die Frage nach der Zuverlässigkeit und damit nach der Determiniertheit solcher Technik geht.

Das Beispiel stammt von McCulloch⁶³ und soll hier in etwas verkürzter Form wiedergegeben werden. Es dreht sich dabei um die Konstruktion ethisch bzw. moralisch handelnder Roboter:

McCulloch versucht anhand von zwei Gruppen von Robotern, die von Ingenieuren konstruiert werden sollen, auf den strukturellen Unterschied von moralischen und ethischen Handlungen hinzuweisen. Die eine der zu konstruierenden Gruppen von Robotern soll nach moralischen Regeln und die zweite zu konstruierende Gruppe soll nach ethischen Regeln jeweils gemeinsam ein Spiel spielen.

Die Gruppe, die nach moralischen Grundsätzen spielen soll, läßt sich im Prinzip konstruieren, darauf hat McCulloch bereits 1956 hingewiesen. Bei dieser Gruppe sind die Spielregeln fest vorgegeben, d.h. die Regeln, nach denen gespielt werden soll, sind Teil des Programms, welches die Roboter steuert. Die notwendigen Voraussetzungen für den Entwurf der Algorithmen sind durch die klassische

zeigen, daß sich diese Parallelität wieder in einer Maschine abbilden läßt und das bedeutet Sequentialität des Algorithmus.

⁶² Wir haben es hier nicht mit Mystik zu tun, denn auch in der Welt der Physik gibt es vergleichbare Vorstellungsschwierigkeiten. Es sei hier nur an den Welle-Teilchen-Dualismus erinnert. Etwas salopp ausgedrückt, es lassen sich nun einmal nicht Sommer und Winter gleichzeitig denken.

⁶³ W.S. McCulloch, "Toward Some Circuitry of Ethical Robots or an Observational Science of the Genesis of Social Evaluation in the Mind-Like Behavior of Artifacts", in: *Embodiments of Mind*, MIT Press, 1988, p.194. (ursprünglich publiziert in: *Acta Biotheoretica*, 11 (1956) p. 147-156.)

(monokontexturale) Logik gegeben. Im folgenden wird diese Gruppe mit ^MG bezeichnet.

Deutlich anders stellt sich die Aufgabe für die Ingenieure dar, einen Algorithmus für die zweite Gruppe, die nach ethischen Prinzipien miteinander spielen soll, zu entwerfen. Diese Gruppe, die als ^EG bezeichnet werden soll, bekommt Regeln mitgeteilt, es ist jedoch die Aufgabe der Ingenieure die ^EG so zu konstruieren, daß diese ihre Spielregeln aus eigener Leistung erweitern, d.h. neue Regeln hinzu erfinden und dabei weiter spielen. Diese zuletzt beschriebene Aufgabe ist mit monokontextural strukturierten Algorithmen, wenn überhaupt, nur sehr unbefriedigend lösbar, denn hier soll ganz offensichtlich "Neues" entstehen, und das geht im Rahmen der klassischen Technik nicht. McCulloch jedenfalls hat in dieser Aufgabe eine Herausforderung an die Ingenieure gesehen. Ihm waren dabei die prinzipiell wissenschaftslogischen Schwierigkeiten sehr wohl bekannt.

Beschränken wir uns im folgenden auf die technische Seite dieses Beispiels und fragen, welche Prozesse erforderlich sind, damit eine Gruppierung von Robotern Spielregeln erfinden kann. Dazu müssen sicherlich Bilder, Objekte oder Situationen wahrgenommen und interpretiert werden. Das gilt in eingeschränktem Umfang für die ^MG und es gilt uneingeschränkt für die ^EG. Für letztere ist diese Fähigkeit in jedem Fall eine notwendige Voraussetzung.

Legt man, wie dies üblicherweise geschieht, einen Regelungskontext fest, der beispielsweise durch das jeweilige Spiel gegeben sei, dann lassen sich zur Lösung dieser Aufgabe schon brauchbare Algorithmen mit Hilfe der sogenannten Kontextlogiken entwickeln, was dabei allerdings nicht entsteht, ist "Neues", d.h. mit den heute verwendeten Kontextlogiken läßt sich die Aufgabe der Konstruktion einer ^MG lösen, nicht jedoch einer ^EG, was weiter unten noch begründet werden soll.

Dabei wird im folgenden der Einfachheit halber "Erfinden von Spielregeln" und "Entstehen von Neuem" synonym verwendet, weil dies aus struktureller Sicht für den Konstrukteur die gleiche Herausforderung darstellt. "Entstehen von Neuem" soll sich ausschließlich auf Aktionen der Roboter im Kontext des zu spielenden Spiels beschränken – also innerhalb eines gewissen Regelungskontextes⁶⁴ – und nicht auf irgendwelche x-beliebige Aktionen. Wichtig dabei ist jedoch, daß die neuen Spielregeln vom den Konstrukteuren nicht explizit vorprogrammiert werden dürfen, denn dann wäre dies nicht ein "Entstehen von Neuem". Die Aufgabe besteht also darin, um dies noch einmal zu wiederholen, die Roboter so zu konstruieren, daß sie neue Spielregeln erfinden und gleichzeitig weiter spielen, also sie sollen weder Lyrik verfassen, noch sollen sie aufhören überhaupt irgend etwas zu tun im Sinne eines Spielabbruchs nach dem Motto "wegen Umbau geschlossen". Die Vorstellung, daß Lyrik oder ähnliches verfaßt wird, wäre ein Mißverständnis dessen, was technisch überhaupt möglich ist. Es geht im folgenden auch nicht um eine philosophische Erörterung über Begriffe wie Freiheit⁶⁵ oder Kreativität usw., sondern ausschließlich um den strukturell-logischen Aspekte entsprechender technischer Prozesse.

⁶⁴ E. von Goldammer, "Self-Organizing Systems in Dynamically Changing Environments – Adaptive Learning, Classification, and Polycontextural Control" in: Proceedings of the 1995 Summer Computer Simulation Conference, Ottawa, Ont. (Canada), July '95 (T.I.Ören & L.G.Birta, eds.), p.288-293.

⁶⁵ Zu diesem und ähnlichen philosophischen Themen sei auf die Arbeiten von Günther verwiesen – siehe z.B.: G.Günther, "Die historische Kategorie des Neuen", in: Beiträge..., Bd.3.

Für die technische Entwicklung einer ^EG gibt es noch ein zweites notwendiges Konstruktionskriterium, nämlich das der Kommunikation der Spieler (Roboter) untereinander und gegebenenfalls auch der Kommunikation mit einem oder mehreren menschlichen Mitspielern. Hier müssen also zwischen den Spielern ausgetauschte Nachrichten von dem jeweiligen Empfänger interpretiert werden, was natürlich nur in einem Kontext geschehen kann. Auch hier wird man sich für die technische Konstruktion zunächst auf einen Regelungskontext beschränken, der hier durch das betreffende Spiel gegeben sein soll. Für die Konzeption einer ^MG ist dagegen Kommunikation nicht unbedingt erforderlich, wie uns das Beispiel von "Big Blue" zeigt.

Beide genannten Prozesse, nämlich das Erkennen und die Interpretation von Objekten bzw. Situationen auf der einen Seite und der Prozeß der Kommunikation auf der anderen Seite, sind aus strukturell-logischer Sicht gesehen, wie nicht anderes zu erwarten, selbstrückbezügliche Prozesse und erfordern eine Modellierung wie sie in (6) bzw. in den Abb_2 und _1b angedeutet worden ist. Mit Hilfe der Kontextlogiken, die seit einigen Jahren in der KI-Forschung diskutiert werden⁶⁶, ist eine derartige Modellierung jedoch nicht möglich. Die Kontextlogiken sind alle monokontextural, eine Kritik findet sich in Ref.⁶⁷ Hier sei nur darauf verwiesen, daß für die Definition eines Kontextes wiederum Aussagen notwendig sind, die zu einem weiteren (Meta-)Kontext gehören und so fort. Auf diese Weise läßt sich eine Hierarchie von Kontexten und Meta-Kontexten erstellen, die jedoch nicht miteinander vermittelt sind – das ist das Problem.

Im Gegensatz dazu sind Kontexturen ein durch die Gültigkeit des Tertium non datur jeweils klar definierter (2-wertiger) Logikbereich, der aus inhaltlicher Sicht mehrere Kontexte enthalten kann. Durch Negationszyklen oder Negationsketten sowie die Transjunktion werden, wie schon erwähnt, inter-kontexturale Übergänge möglich. In anderen Worten, im Gegensatz zu den Definitionen eines Kontexts, die häufig sehr vage sind und zu nicht vermittelten Metakontexten führen, läßt sich eine Kontextur eindeutig festlegen. Da die Kontexturen durch ihre Stellenwerte klar begründet und wechselseitig mediatisiert sind, resultiert durch die Polykontexturalität eine strenge Formalisierung aus der die nötigen Freiheitsgrade für die Entstehung von Neuem erst resultieren: Nur strengere Notwendigkeiten gebären höhere Freiheiten, um es einmal in Günthers Worten auszudrücken.

Je komplexer also die formale Beschreibung eines Artefaktes ist, um so mehr Freiheitsgrade sind für dieses Konstrukt vorhanden. Komplexität erweist sich hier als Komplexität der Beschreibung eines Systems oder Prozesses.⁶⁸ Der Grad der Komplexität leitet sich dabei aus der Anzahl der miteinander vernetzten Kontexturen ab.

⁶⁶ Siehe z.B.: S. Buvac, W. Buvac & I.A. Mason, "Metamathematic of Contexts", *Fundamenta Informaticae*, 23 (1995) – <http://www-formal.Stanford.edu/buvac/>
M. Benerecetti, P. Bouquet & C. Ghidini: "Contextual Reasoning Distilled", *Journal of Experimental and Theoretical Artificial Intelligence (JETAI)*, 12(3), 2000, p. 279-305 - <http://context.umcs.maine.edu/recent.html>

⁶⁷ Siehe dazu: R. Kaehr, "Neue Tendenzen in der KI-Forschung - Metakritische Untersuchungen über den Stellenwert der Logik in der neueren Künstlichen-Intelligenz-Forschung", in: *Stiftung Warentest*, 1980 – <http://www.vordenker.de>

⁶⁸ Betrachten wir ein lebendes System, z.B. das System "Affe", so ist nicht der Affe komplex sondern die Beschreibung des Systems "Affe" ist komplex. Andererseits ist die Beschreibung des Stoffwechsels eines Affen unter Umständen kompliziert, jedoch niemals komplex. Kompliziertheit und Komplexität beziehen sich auf Beschreibungen. Monokontexturale Beschreibungen sind in der hier verwendeten Definition niemals

Für eine wechselseitige Kommunikation zwischen den Spielern ist also ein Prozeß der Reflexion auf Situationen, auf Aktionen der Mitspieler, kurz auf Prozesse unumgänglich, was sich formal als Relation von Relationen darstellt, die sich nur im Rahmen einer Polykontextualitätstheorie widerspruchsfrei formal modellieren und letztendlich konstruieren läßt. Um den Eindruck zu vermeiden, es handle sich hier um so etwas wie Science fiction, sei ein kurzer Abschnitt aus dem Abstract einer Arbeit über die Entwicklung von Unterwasser-Robotern vorgestellt⁶⁹:

"Humans and other animals are exquisitely attuned to their context. Context affects almost all aspects of behavior, and it does so for the most part automatically, without conscious reasoning effort [...] This paper describes context-mediated behavior (CMB), an approach to context-sensitive behavior we have developed over the past few years for intelligent autonomous agents [...] CMB is being implemented in the Orca program, an intelligent controller for autonomous underwater vehicles [...] There can be no serious objection to the statement that for humans and other animals, behavior is context-dependent [...] Artificial agents must also exhibit context-sensitive behavior. This, too, is not a contentious point ... The interesting question is not, then, whether context-sensitive behavior exists or is useful, but rather: How can an intelligent artificial agent take context into account as effortlessly and automatically as humans and animals do? [...] This paper describes a computational model of context-mediated behavior. This model was begun in the project and is currently being developed in the Orca project was a medical diagnostic reasoner, and Orca is an intelligent controller for autonomous underwater vehicles ..."

Dieses Zitat wurde aus zwei Gründen angeführt. Es soll erstens zeigen, daß die Bemühungen in der Künstlichen-Intelligenz-(KI-)Forschung heute sehr groß sind, um autonome Systeme zu konstruieren, die in der Lage sind kontextabhängige Entscheidungen zu treffen. Das Ziel ist also gesetzt, es wurde aber noch nicht erreicht, denn "Autonomie" bedeutet soviel wie "Regelung der Regelung" oder anders gewendet: Ein autonomes System regelt seine Regelung selbst. Das ist natürlich wieder ein selbstreferentieller Vorgang und das ist der zweite Grund, warum wir dieses Zitat hier anführen, die KI-Forschung verdrängt das Problem der Selbstreferentialität. Das Problem wurde – wie heute üblich – in der zitierten Arbeit noch nicht einmal erwähnt, geschweige denn konstruktiv angegangen. Auf der Basis der in der Arbeit verwendeten Kontextlogik ist eine widerspruchsfreie Lösung des Problems nicht möglich.

In dem Zitat ist aber noch ein anderer Punkt bemerkenswert, der hier exemplarisch für die heutige KI-Forschung steht. Wir lesen in dem Zitat: "*Context affects almost all aspects of behavior, and it does so for the most part automatically, without conscious reasoning effort.*" Das ist eines der heute üblichen Mißverständnisse, denn es muß heißen, daß das Reflektieren von Wahrnehmungen, d.h. die Interpretation von wahrgenommenen Signalen oder Nachrichten in einem von dem empfangenden System selbst festgelegten Kontext geschieht. Es ist ja nicht so, wie der Autor meint, daß es die Kontexte sind, die etwas bewirken. Das ist unsinnig. In dem Satz ist jedoch eine weitere Aussage, die mindestens ebenso unhaltbar ist, die aber wiederum typisch für das heu-

komplex sondern immer kompliziert. Erst eine polykontexturale Beschreibung ist komplex, denn Komplexität bezieht sich auf die Anzahl miteinander vermittelter Kontexturen. Diese Definition von Komplexität weicht von der Definition in der Informatik deutlich ab.

⁶⁹ R.M. Turner, "Context-Mediated Behavior for Intelligent Agents", International Journal of Human-Computer Studies, vol. 48, 1998, p. 307-330.

tige Verständnis dessen ist, was man als "Bewußtsein" bezeichnet. Kontexte sollen nach Meinung des Autors, und damit steht er nicht alleine da, das Verhalten beeinflussen und dies auch noch ohne "bewußte Denkanstrengung tun". Das würde nur insoweit stimmen, als in den heutigen Modellen der KI-Forschung grundsätzlich keine mentalen Prozesse modelliert werden und aus logischen Gründen auch nicht modelliert werden können. Das allerdings wollte der Autor mit seiner Aussage sicherlich nicht mitteilen, denn er spricht ja von autonomen Systemen, und das wären Systeme, die aus eigener Leistung eine Situation reflektieren, sie interpretieren können, um dann im Rahmen eines selbst, also aus eigener Leistung, gewählten Kontextes eine Entscheidung zu treffen. Damit könnte Neues entstehen. Diese Systeme wären im klassischen Sinne nicht determiniert. All das wird in der zitierten Arbeit aber gar nicht diskutiert, es wird nur, wie heute in der KI-Forschung üblich, darüber spekuliert – mehr nicht.

Die Selbstproduktion von Neuem, gleichgültig ob diese partiell oder total neu ist, setzt immer Bewußtsein voraus. Eine Maschine, die aus eigener Leistung Entscheidungen trifft und damit Neues hervorbringen kann, "leistet Bewußtsein"⁷⁰. Dies manifestiert sich in einem technischen Artefakt dadurch, daß parallel und simultan Prozesse ablaufen, die sich wechselseitig bedingen, bei denen aus logischer Sicht nichts designiert wird – im Gegenteil. Der Widerspruch, der Gegensatz wird geradezu aufrecht erhalten. Der Beobachter eines solchen Systems, wie es die spielenden Roboter (inklusive menschlicher Mitspieler) aus ^EG sind, kann diese parallel-simultan ablaufenden (Bewußtseins)prozesse niemals direkt wahrnehmen. Was er direkt wahrnimmt, sind die auf Entscheidungen beruhenden Handlungen – sozusagen ein Resultat dieser Prozesse. Einer Entscheidung liegt jedoch immer eine Designation zugrunde, und mit dieser ist der dialektische Prozeß, die Aufrechterhaltung des Gegensatzes, für diesen Teil der Bewußtseinsprozesse beendet. Diese parallel-simultan ablaufenden Prozesse – wie immer man sie bezeichnen mag – sind für eine Beschreibung autonomer Systeme notwendig, denn es handelt sich um Selbstreferentialität und das bedeutet, es müssen Relationen von Relationen modelliert werden, wie wir das ausführlich in Abschnitt_5 darzustellen versucht haben. Die Beschreibung dieser Prozesse kann nicht positiv-sprachlich sondern nur negativ-sprachlich erfolgen. Das verbirgt sich hinter Günthers Entwurf einer Negativsprache.⁷¹

Algorithmen, die Bewußtsein leisten, sind im klassischen Sinne nicht determiniert.⁷² Die heutige ausschließlich monokontextural und damit naturwissenschaftlich orientierte Informatik kennt folgerichtig nur determinierte und nicht determinierte Algorithmen, ein Drittes ist ausgeschlossen – Tertium non datur. Wir wollen im folgenden von "dialektisch determinierten" Algorithmen sprechen, wenn es darum geht Bewußtseinsprozesse algorithmisch abzubilden. Das ist insofern sinnvoll, als für jede technische Anwendung immer ein Regelungskontext⁷³ vorausgesetzt werden wird, wie z.B. ein Spiel

⁷⁰ Man kann nicht davon sprechen, daß eine Maschine Bewußtsein hat. Eine Maschine kann jedoch Bewußtsein leisten – siehe dazu: G. Günther, "Seele und Maschine" und "Die zweite Maschine", in: Beiträge..., Bd.1; sowie: "Das Bewußtsein der Maschinen".

⁷¹ G. Günther, "Identität, Gegenidentität und Negativsprache", Hegeljahrbücher 1979, p.22-88 – <http://www.vordenker.de>

⁷² Wir erinnern uns: Jeder Algorithmus, der bei gleichen Eingabewerten und Startbedingungen stets das gleiche Ergebnis liefert, wird als ein determinierter Algorithmus bezeichnet – siehe Fußnote 13.

⁷³ E. von Goldammer, J.Paul, C. Kennedy, H. Lerchner & R. Swik, "Autonomous Systems: Description and Construction", in: Cybernetics and Systems (R.Trapel, ed.), Vol. I, Proc. of XIII Europ. Meeting in Cybernetics and Systems Research, Wien, 1996, p.195-200.

in dem obigen Beispiel der spielenden Roboter. Bei einer technischen Anwendung hat der Konstrukteur in aller Regel ein Ziel vor Augen, welches von dem Artefakt in irgendeiner Form verrichtet werden soll.

In der bisherigen Betrachtung haben wir noch nichts über die Interaktion von Mensch und trans-klassischer Maschine gesagt. Auch diese wird sich im Vergleich zur klassischen Maschine verändern. Wenn wir uns die spielenden Roboter aus ^EG einmal als ein Netzwerk trans-klassischer Computer vorzustellen versuchen, die zusammen mit den Benutzern dieser Computer eine Einheit bilden und gemeinsam eine Aufgabe bewältigen, dann sind wir gedanklich schon sehr nahe an einem trans-klassischen Internet, bei dem nicht nur die Spiele interessanter werden, weil auch die Computer in der Lage sein sollen, Regeln oder Strategien zu erfinden, wir sind dann vor allem am Beginn einer wissenschaftlichen Kommunikationstheorie, die es heute erst in Ansätzen gibt⁷⁴. Das Internet ist dann auch nicht länger ein passives Medium, im Sinne eines *bona fide* Objekts, und Subjektivität ist in einer solchen Kommunikationsstruktur nicht nur über Ich und Du sondern auch über das Objekt, den trans-klassischen Computer, den trans-klassischen Robot, distribuiert, woraus sich wiederum ein Standpunkt des technischen Artefakts ableitet. Im klassischen Verständnis von Technik stellt das eine Absurdität, um nicht zu sagen eine Blasphemie, dar. Wir können dieses Thema hier aus Platzgründen nicht weiter vertiefen, es sollte nur ein Hinweis darauf sein, daß es sich bei dem diskutierten Beispiel von McCulloch eben nicht um ein Glasperlenspiel handelt.

Schließlich sei noch einmal auf den strukturellen Aspekt der spielenden Roboter aus ^MG und ^EG hingewiesen. Der strukturelle Unterschied zwischen beiden Gruppen markiert gleichzeitig auch den Unterschied zwischen klassischer und trans-klassischer Technik. Während die Struktur der monokontextural darstellbaren Algorithmen für die Realisierung der nach moralischen Kriterien spielenden Roboter aus ^MG hierarchisch ist (und das gilt grundsätzlich für die gesamte klassische Technik), stellt die Struktur der Algorithmen der nach ethischen Regeln spielenden Roboter aus ^EG ein Wechselspiel von heterarchischen und hierarchischen Strukturen dar. McCulloch, der den Begriff der Heterarchie (Nebenordnung) bereits 1945 in die Wissenschaft eingeführt hat, war sich dieser strukturellen Unterschiede und der sich daraus ergebenden wissenschaftlich-technischen sowie gesellschaftlichen Konsequenzen, die wir hier nicht weiter diskutieren können und wollen, mit Sicherheit bewußt, als er die Arbeit *Toward Some Circuitry of Ethical Robots...* im Jahr 1956 publizierte. Bisher sind jedoch weder McCullochs noch Günthers strukturell-theoretische Überlegungen bei den Zukunftsforschern und den Soziologen, ja noch nicht einmal in der KI-Forschung, angekommen.

• *Computer und Gehirn*

Obwohl immer wieder versichert wird, daß das Gehirn kein Computer und umgekehrt der Computer kein Gehirn sei, so hat seit von Neumanns legendärem Buch *The Computer and the Brain* die Metapher des Computers einen nicht mehr wegzudenkenden Stellenwert in der Gehirnforschung eingenommen. Allerdings nicht mit allerletzter Konsequenz, denn immer da wo die Vergleiche überhaupt nicht stimmen, ist man geneigt über die Diskrepanzen hinwegzusehen. In aller Regel sind diese Diskrepanzen eine Folge des

⁷⁴ Eine Kommunikationstheorie, die keine Möglichkeiten bietet, Standpunktabhängigkeiten formal-logisch zu thematisieren, befindet sich in einem vorwissenschaftlichen Stadium. Das gilt auch für die Systemtheorie, die heute entweder zur Regelungstechnik mutiert ist und damit keine Systemtheorie mehr ist oder lediglich als ein semantisches Konstrukt benützt wird, das sich gegenüber den Naturwissenschaften so nicht durchsetzen kann.

monokontextural dominierten Wissenschaftsansatzes. Das gilt für einige fundamentale Fragestellungen, wie die Trennung von Soft- und Hardware, die im klassischen Computer gemacht wird, nicht jedoch in den experimentellen Neurowissenschaften, wenn man einmal von den relativ primitiven Modellen der Neuroinformatik absieht. Ein weiterer Punkt, den von Neumann bereits 1956 angesprochen hat, ist die analoge Verarbeitung von Signalen im Gehirn. Die heutigen Computer arbeiten ausnahmslos digital. Es gibt kaum theoretische Modellvorstellungen in den Computerwissenschaften über analoge Rechner und erst recht nicht über das Wechselspiel von analoger und digitaler Signalverarbeitung, wie sie im Gehirn nun einmal vorkommt. Ein Pendant zur Turing Maschine gibt es für analog ablaufende Prozesse ebenfalls nicht, wenn man von den Versuchen absieht, analoge Prozesse digital zu beschreiben. Die Welt der neuronalen Prozesse wird heute ausnahmslos noch als digital angesehen. Man könnte vielleicht sogar so weit gehen und behaupten, daß die Gehirnforschung erst dann einen großen Erkenntnisschritt machen wird, wenn verstanden wurde, wie das Modell eines Rechners aussieht, der sowohl digital als auch analog bzw. weder analog noch digital arbeitet: Das wäre dann wieder als eine dialektische Einheit zu denken. Eine einfache serielle Verkopplung eines Digitalrechners mit einem Analogrechner ist keine adäquate Lösung, das muß man kaum begründen, denn das ist offensichtlich. Wir wollen an dieser Stelle diesen Gedanken jedoch nicht weiter verfolgen, und statt dessen einen anderen Punkt erwähnen, der zeigt, wie wenig die Modellvorstellungen, die sich aus dem Computer ableiten für die Hirnforschung tauglich sind. Da betrifft vor allem das sogenannte Memory oder das Gedächtnis, die Speicherung von Daten.

Es ist völlig absurd anzunehmen, daß im Gehirn ähnlich wie in den heutigen Computern Daten einfach so wie auf einer Festplatte abgespeichert werden. Darauf hat schon Ashby 1952 in seinem Buch *Design for a Brain* hingewiesen, und von Foerster⁷⁵ rechnet in einer sehr elementaren Art und Weise vor, daß die Anzahl der Neuronen bei weitem nicht ausreichen würden, um unsere Sinneseindrücke auch nur annähernd einfach als Daten abzuspeichern. Man muß auch hier davon ausgehen, daß es Relationen von Daten und Relationen von Relationen von Daten sind, die zu einer adäquaten Beschreibung für die funktionale Organisation unseres Gedächtnisses führen. Das wirft natürlich wiederum die Frage nach einer Trennung von Soft- und Hardware bei der Beschreibung der Funktionalität des Gehirns auf. Eine Frage, die sich auf experimenteller Basis im Sinne einer bottom-up-Analyse vermutlich niemals beantworten läßt. Anders gewendet, solange es keine ernsthaften Anstrengungen gibt, logisch adäquate theoretische Modelle zu konzipieren, wird man in dieser und ähnlichen Fragestellungen keinen Schritt weiter kommen.

Es genügt nicht, eine räumliche Verteilung der Signalverarbeitung im Gehirn zu registrieren und dann festzustellen, daß es unterschiedliche Zeitdomänen gibt. Schon die Tatsache, daß es im Gehirn keine "clock", also keinen Schrittmacher, keine zentrale Uhr gibt, sollte doch zumindest einmal dazu führen, die wissenschaftlichen Arbeiten der Altvorderen, wie etwa die bereits erwähnte Arbeit von McCulloch *A Heterarchy of Values...* etwas näher zu analysieren und sich zu fragen, wie eine wissenschaftliches Konzeption auszusehen hat, in der neben hierarchisch auch heterarchisch, d.h. non-transitiv strukturierte Prozesse ablaufen. Es kann sich bei nebengeordneten, also bei non-transitiven Strukturen, ja nicht um Strukturen von Neuronen handeln, d.h. um die Strukturen von *bona fide* Objekten, sondern nur um die Struktur von Prozessen oder wenn man so

⁷⁵ H. von Foerster, "Time and Memory", *Annales of the New York Academy of Sciences*, 138(2), 1967, p. 866-873

will, von Algorithmen, die den Ablauf dieser Prozesse beschreiben. Heterarchie oder non-Transitivität kommen in einer Welt der *bone fide* Objekte – also in der Physik – nicht vor, solche Strukturen kann es dort nicht geben. Die Beschreibungen der Welt der *bona fide* Objekte sind immer ausschließlich hierarchisch strukturiert, es gilt das Gesetz der Transitivität. In der Biologie ist das anders, dort sind es gerade die non-transitiven Beschreibungen der Lebensprozesse, welche sich von den transitiven Beschreibungen der toten Materie unterscheiden, darauf hat McCulloch nun schon vor mehr als 50 Jahren hingewiesen.

Wir wollen im folgenden an der physikalischen Größe "Zeit" kurz darstellen was es bedeutet, wenn davon gesprochen wird, daß in der Biologie eine non-transitive Prozessualität berücksichtigt werden muß.

Transitivität liegt dann vor, wenn für eine zweistellige Relation beispielsweise folgende Beziehung gilt:

$$R(x, y) \wedge R(y, z) \rightarrow R(x, z) \quad (7a)$$

mit " \wedge " für die Konjunktion und " \rightarrow " für die Implikation.

Setzen wir für $x = t_1$ für $y = t_2$ und für $z = t_3$ also drei verschiedenen Zeitpunkte und nehmen wir weiterhin für die Relation die Beziehung "kleiner als" ($<$) an

$$R(t_1, t_2) = t_1 < t_2 ,$$

dann gilt

$$[(t_1 < t_2) \wedge (t_2 < t_3)] \rightarrow (t_1 < t_3) \quad (7b)$$

Es ist völlig einsichtig, anstelle der Relation "kleiner als" auch von früher bzw. später im Sinne zeitlicher Abläufe zu sprechen, das bereitet keine intellektuellen Schwierigkeiten und muß nicht erklärt werden. Schwieriger wird es, wenn non-Transitivität für die funktionale Organisation neuronaler Netzwerke postuliert wird, wie es McCulloch in *A Heterarchy of Values...* getan hat. Wir wollen das einmal in Formeln mit Hilfe der obigen Beziehung tun, obwohl McCulloch wohlweislich die Formeln so nicht hingeschrieben hat, non-Transitivität gilt wenn:

$$[(t_1 < t_2) \wedge (t_2 < t_3)] \rightarrow (t_1 > t_3) \quad (8a)$$

oder

$$[(t_1 < t_2) \wedge (t_2 < t_3)] \rightarrow (t_1 > t_3) \vee (t_1 < t_3) \quad (8b)$$

Selbstverständlich ist die Beziehung (8) aus logischer (monokontexturaler) Sicht völlig unsinnig. Darüber muß man nicht diskutieren. Aus polykontexturaler Sicht sieht das allerdings grundlegend anders aus, wie wir in einer Neu-Interpretation von *A Heterarchy of Values...* gezeigt haben.⁷⁶ McCulloch hat non-transitive Relationen für heterarchisch strukturierte Prozesse gefordert. Heterarchie läßt sich formal in einem monokontexturalen Sprachrahmen nicht widerspruchsfrei darstellen. Wird es dennoch versucht, dann resultieren daraus die hinreichend bekannten Zirkularitäten der Second Order Cybernetics oder die bereits erwähnten Paradoxien der Neurowissenschaften⁷⁷. Eine widerspruchsfreie Darstellung non-transitiver Prozesse ist nur im Rahmen eines poly-

⁷⁶ R. Kaehr & E. von Goldammer, "Again Computers and the Brain", Journal of Molecular Electronics, Vol.4, S 31- S33, 1988 – <http://www.vordenker.de>

⁷⁷ Vgl. dazu Ref. 32 aus Abschnitt_4 sowie Ref.79: Es ist vor allem die experimentell beobachtete Umkehrung des Kausalprinzips zu nennen, die zu einer hitzigen Diskussion geführt hat. Ein Phänomen, welches bis heute im Sprachrahmen des monokontexturalen Wissenschaftsverständnisses ungeklärt ist.

kontexturalen, d.h. eines parallel vernetzten Logik-Kalküls möglich (siehe dazu auch Ref.⁷⁸).

Was man sich aus McCullochs *A Heterarchy of Values...* auch ohne die Kenntnis der Polykontextualitätstheorie sofort überlegen kann ist, daß für eine heterarchisch strukturierte Prozessualität die positiv-sprachlichen Konzeption von Zeit, wie sie in der Physik erfolgreich angewendet wird, nicht mehr ausreichend sein kann. Beschränkt man sich also gewaltsam auf ein derartig monokontexturales Zeitkonzept, dann darf man sich nicht wundern, wenn es zu Paradoxien, wie beispielsweise zur Umkehrung des Kausalitätsprinzips, kommt. D.h. zu einer Situation, bei der es für den Experimentator so aussieht, als erscheine die Wirkung zeitlich vor der Ursache. Im Jahr 1992 gab es einen Beitrag von Dennett⁷⁹ und anschließend eine Diskussion, die abgedruckt ca. 50 Seiten umfaßt, über die beobachtbaren zeitlichen Paradoxien in den Neurowissenschaften. Das Ergebnis ist niederschmetternd, denn es wird mit keinem Wort auf die hier dargestellte strukturelle Problematik der funktionalen Organisation von Prozessen im Nervensystem eingegangen. Der Name von McCulloch wird noch nicht einmal erwähnt. Von der logischen Problematik haben offensichtlich weder die Autoren noch die Diskutanten je etwas gehört. Das ist verkürzt gesprochen, der heutige Stand der Neurowissenschaften aus epistemologischer Sicht, also etwa 50 Jahre nach Erscheinen von *A Heterarchy of Values....*

Heute weiß man aus den Experimenten zumindest soviel, daß es verschiedene Funktionskomplexe im Gehirn gibt, die jeweils ihre eigene Zeitcharakteristik aufweisen und in ihrer Prozessualität nicht beliebig gedehnt oder verkürzt werden können.⁸⁰ Darauf bezieht sich auch das eingangs aufgeführte Zitat von Varela. Wenn man also hier von "Mehrzeitigkeit" sprechen will – und das liegt nahe – dann kann man dies nur, wenn gezeigt werden kann, daß für die Beschreibung der Prozessualitäten dieser verschiedenen Funktionskomplexe ein Taktgeber, eine zentrale Uhr, nicht nur nicht gefunden wird, sondern auch im Modell prinzipiell nicht gedacht werden darf, ohne das Modell, die Beschreibung der Prozessualität, unangemessen zu verändern und damit etwas völlig anderes zu beschreiben als das, was beobachtet wurde. Wenn das gezeigt werden kann, und es sieht heute so aus, als wäre dieser Sachverhalt gegeben, dann kann man auch von Mehrzeitigkeit sprechen.

- *"Zeit" in der Konzeption von Diskontextualität*

Bereits 1962 hat Günther eine Arbeit mit dem Titel *Logik, Zeit, Emanation und Evolution*⁸¹ veröffentlicht, in der er die Konzeption einer "polykontexturalen Zeit" in die Wissenschaft einführt. Es wurde bereits mehrfach darauf hingewiesen, daß inter-kontexturale Übergänge heterarchische Prozeßstrukturen implizieren und diese der experimentellen Messung prinzipiell nicht zugänglich sind, also nur durch eine top-down-Analyse-Synthese modelliert werden können. Weiterhin wurde mehrfach darauf hingewiesen, daß Selbstreferentialität nur mit Hilfe dieser inter-kontexturalen Übergänge

⁷⁸ R. Kaehr & E. von Goldammer, "Poly-Contextural Modeling of Heterarchies in Brain Functions", in: *Models of Brain Functions*, (R.M.J. Cotterill, ed.), Cambridge University Press, 1989, p.483-497 – <http://www.vordenker.de>

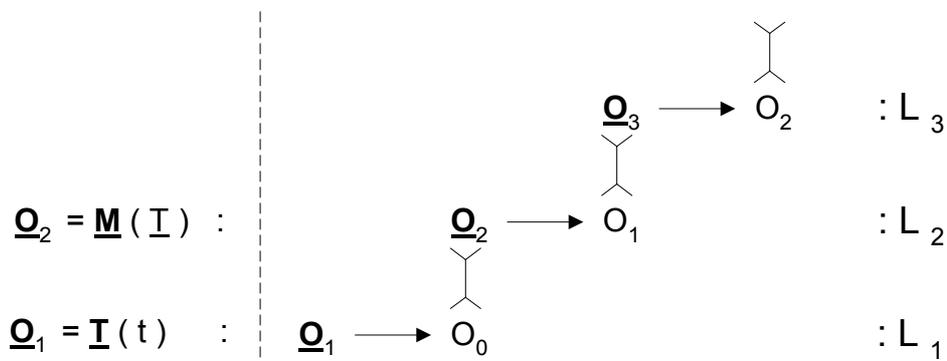
⁷⁹ Siehe Refs. 77, 32.

⁸⁰ Siehe dazu: D. Linke, "Das Gehirn", C.H. Beck Verlag, 1999.

⁸¹ G. Günther, "Logik, Zeit, Emanation und Evolution", Arbeitsgemeinschaft für Forschung des Landes NRW, Heft 136, Westdeutscher Verlag Köln, 1966. abgedruckt in: *Beiträge...*, Bd. 3.

logisch widerspruchsfrei modelliert werden kann. Wenn aber Selbstreferentialität eine fundamentale Eigenschaft lebender Systeme ist und darüber besteht kein Zweifel, dann werden die Neuro- und vor allem die Computerwissenschaften um Günthers Konzeption der Zeit auf Dauer nicht herum kommen.

Um Günthers Konzeption etwas nachzeichnen zu können, betrachten wir im folgenden die Zeit vereinfacht als einen Relator einer Relation, die für das noch nicht Geschehene – also für das Mögliche – stehen soll. Dann wird bei einem inter-kontexturalen Übergang, der jetzt als ein Übergang vom Möglichen zur Wirklichkeit, von der Gegenwart zur Vergangenheit, interpretiert werden soll, der Relator zum Relatum. Das Umtauschverhältnis ist sozusagen entschieden und es erfolgt eine Designation, d.h. das Umtauschverhältnis ist zu einem Ordnungsverhältnis geworden und das, was wir als Wirklichkeit bezeichnen, wird jetzt als eine Entscheidung von Umtauschmöglichkeiten interpretiert. In der Abb_3 ist die Situation schematisch dargestellt.



Abbildung_3

Wir haben dazu die Proemialrelation (6) hier noch einmal abgebildet. In L_1 soll jetzt die Designation erfolgen. Mit anderen Worten hier tritt die physikalische Zeit t als eine Funktionsvariable eines Operators I auf. In L_2 , L_3 , und allen anderen Kontexturen wird nichts designiert. Auf der linken Seite der Abb_3 erfolgte eine Umbenennung der Relationen und zwar nach der Symbolik, wie sie von Prigogine in seinem Buch *Vom Sein zum Werden* verwendet wird:

- M : Entropie-Operator als Hyperoperator, d.h. Operator eines Operators,
- I : Zeit-Operator,
- t : physikalisch meßbare Größe der Zeit als Operand.

Der Trennungsstrich in Abb_3 soll andeuten, daß sich die Prigoginesche Interpretation von Zeit von der Günthers signifikant unterscheidet. Prigogines Interpretation ist monokontextural, sein Modell schließt die Modellierung von Subjektivität prinzipiell aus, obwohl er ausdrücklich feststellt, daß eine Beschreibung der Zeit ohne einen Beobachter keinen Sinn ergibt.

Die Ähnlichkeit der Prigogineschen Konzeption kommt dadurch zustande, daß auch hier das Verhältnis von Operator und Operand auftaucht und modelliert wird. Hier ist ein Berührungspunkt zum Prinzip der Proemialrelation insofern gegeben, als es sich auch bei Prigogine in gewisser Weise um eine Relation der Relation handelt. Diese Ähnlichkeit ist aber nur vordergründig gegeben, denn es finden keine inter-kontexturalen Übergänge statt, die für eine Modellierung von Subjektivität unumgänglich sind. Die Relationen, oder korrekter gesagt, die Operationen, von Prigogine sind ausschließlich monokontextural definiert und entsprechen der in (3b) aus Abschnitt_5 dargestellten

Situation, jetzt allerdings mit einer inhaltlich unterschiedlichen Interpretation⁸². Analoges gilt übrigens auch für die Operatoren, wie sie aus der Quantenmechanik oder der statistischen Physik bekannt sind.

Die meßbare Größe – der Erwartungswert von $\underline{\mathbf{I}}$ – ist in der Physik nach wie vor die bekannte physikalische Zeit t , die jetzt in der Interpretation von Prigogine eine Richtung bekommt, da der Wert der physikalischen Größe "Entropie" nur zunehmen kann, und die Zeit sozusagen eine Funktion der Entropie ist. Es verwundert nicht, daß der in der Abb_2 dargestellte Zeitoperator $\underline{\mathbf{I}}$ bis heute noch nicht allgemein in die Physik eingeführt werden konnte, denn die Physik beschreibt primär Zustände, und da gilt nach wie vor:

Die Physik ist *Zeitlos* ($\underline{\mathbf{I}}$) aber nicht *zeitlos* (t).

Der Zeit-Operator $\underline{\mathbf{I}}$ projiziert Eigenwerte der Zeit t aus einem Zustands- oder Phasenraum und erzeugt damit Zeitpunkte, die jeweils einem Zustand eines physikalischen Systems zugeordnet sind. Daran kann sich grundsätzlich nicht viel ändern, denn die Physik hat es primär mit Zuständen zu tun, d.h. die Prozesse für deren Beschreibung $\underline{\mathbf{I}}$ zuständig ist, sind konzeptionell nichts anderes als die Übergänge zwischen diesen Zuständen, worauf wir in Abschnitt_3 bereits hingewiesen haben. Mit anderen Worten, die Differenz zweier Zeitpunkte ergibt die Dauer für den Übergang, d.h. die Dauer des physikalischen Prozesses von einem Zustand A in einen zweiten Zustand B an.

Die polykontexturale Konzeption von Zeit enthält intra-kontextural selbstverständlich jede physikalische Konzeption von Zeit. Hier ändert sich nichts. Es sind die inter-kontexturalen Übergänge und die daraus resultierende heterarchische (non-transitive) Struktur der Prozessualität, welche zu einer Konzeption von Zeit führen, die man in der Philosophie im allgemeinen als die subjektive Zeit oder als Zeitlichkeit bezeichnet, eine Bezeichnung, die für den Ingenieur unverbindlich und auch sonst sehr wage bleiben muß. Zeit bekommt in der Güntherschen Konzeption nicht nur eine erweiterte, sondern vor allem eine präzise begriffliche Bedeutung, denn der Prozeß des Umtauschs von Operator und Operand führt unmittelbar zu einer erweiterten Konzeption von Zeit: In einer polykontexturalen Beschreibung kann Zeit gedeutet werden als ein Designationswechsel von der Pseudo-Objektivität mentaler Prozesse hin zur Domäne der *bona fide* Objekte. Man kann auch sagen (Zitat Günther): "Zeit ist, strukturtheoretisch betrachtet, nichts anderes als die Aktivierung einer Diskontextualitätsrelation⁸³ zwischen Vergangenheit und Zukunft".⁸⁴

⁸² Aus strukturell logischer Sicht entspricht die Situation der aus (3b):

Um Prigogines Ansatz in dem hier betrachteten Kontext zu bringen, sei angemerkt, daß das Verhältnis von Operator und Operand $\underline{\mathbf{O}}_1(\mathbf{O})$ bzw. von Operator und Operator/Operand $\underline{\mathbf{O}}_2(\underline{\mathbf{O}}_1(\mathbf{O}))$ in der Physik im Sinne von logisch nicht miteinander vermittelten Meta-Ebenen durch Projektionen von einer Ebene in die andere geregelt wird. Aus logisch struktureller Sicht wäre es sicherlich einmal interessant Prigogines Ansatz beispielsweise im Rahmen der (monokontexturalen) Kontext-Logiken zu interpretieren.

⁸³ Diskontextualität: "... Kontextualitätsdifferenz [...] ist der strukturelle Abbruch, der zwischen zwei Kontexturen existiert." Aus: G. Günther, "Die historische Kategorie des Neuen", Beiträge..., Bd.3.

⁸⁴ G. Günther, "Die Historische Kategorie des Neuen", in: Beiträge..., Bd.3.

- *The music of the brain*

Offensichtlich inspiriert von Calvins Buch⁸⁵ *The Cerebral Symphony* entstand eine neue Metapher: "Das Gehirn als Orchester". So schreibt Lerner⁸⁶:

"A new picture of the brain is gaining adherents. Perhaps the brain is not like a computer, but more like an orchestra, with billions of neurons cooperating to produce the symphony we call thought....".

Und er fährt fort:

"...Importantly, each neuron can simultaneously be part of several assemblies, each operating at different frequencies. By analogy, this is like a person playing one drum in time with one group of drummers and another in time with a different, faster group of drummers, or playing cello in tune with one group and an oboe with another..."

...While a decade ago the dominant analogy for the brain was still the digital computer, today's brain models look more like a symphony orchestra or a chorus. Conscious states in this view consist of the pattern of variations in frequency, time, and space of the brain's electrical fields, generated by the correlated electrical activity of shifting assemblies of neurons, as members of a symphony orchestra or chorus work together in shifting patterns to produce a pattern of variations in frequency, time, and space of sound vibrations. Of course, the brain involves millions of "players" at any time, out of a population of hundreds of billions, and the "score" is improvised by the players collectively, like an extremely large jazz band..."

Dieses Bild vom Gehirn ist anregend und sicherlich auch sehr sympathisch. Es hat aber den Nachteil, daß damit alte und obsolet gewordene Vorstellungen weiter konserviert werden. Deshalb soll im folgenden diese Metapher benützt werden, um noch einmal die Mängel der wissenschaftlichen Konzeption der heutigen Biowissenschaften und hier speziell der Neurowissenschaften plastisch zu veranschaulichen.

Die erste Frage, die sich bei diesem Bild stellt, ist die nach der Partitur. Diese soll ja gerade erst erfunden oder wie der Mainstream der Biowissenschaftler glaubt, in der Materie entdeckt werden (siehe genetischer Code). Das ist der naive Glaube, man könne die Partitur, wenn man denn den Haufen der Meßdaten nur groß genug macht, aus der Materie ablesen – die Emergenz der Partitur.

Bei dem Bild eines Chores oder Orchesters wird "Leben" wie selbstverständlich vorausgesetzt, d.h. hier spiegelt sich die altbekannte Situation, der unbewußte Glaube an die Idee des Homunkulus wider – eine Idee, bei der Leben durch den göttlichen Funken, den Blitzschlag, sozusagen aus dem Nichts auftauchen soll – die Emergenz von Leben.

Die heutigen Modelle der Neurowissenschaften suggerieren für den kritischen Betrachter weniger das Bild eines Orchester oder Chores, sondern viel eher das Bild eines scheppernden Orchesters, dessen Funktionalität, dessen Algorithmus, sich auf einen

⁸⁵ W.H. Calvin, "Die Symphonie des Denkens. Wie aus Neuronen Bewußtsein entsteht", Hanser, 1993.

⁸⁶ E.J. Lerner, "The music of the brain", in: 21stC: Issue 4.2 - Issue Special Section: Medicine and the Media : <http://www.columbia.edu/cu/21stC/issue-4.2/lerner.html>

simplen Lochstreifen abbilden läßt, der die gesamte Partitur, das gesamte Programm enthält, welches alles antreibt – Turing läßt grüßen.

Einige der experimentellen Vorgehensweisen erinnern fatal an den Versuch, den Dirigenten des Orchesters, des Chores durch ein Metronom zu ersetzen – es lebe der Physikalismus.

Wenn also schon Orchester, dann ein polylogisches Orchesterion. Das ist der Versuch, auf der Basis einer top-down-Synthese eine technische Realisierung der Funktionen des Gehirns, einen Algorithmus – ein mechanical brain – zu konstruieren. Das gleicht dann allerdings, um wieder im Bild und Ton zu bleiben, eher einer frei improvisierenden "jazz group", von der man jedoch nicht allzuviel hören würde. Das musikalische Resultat wäre sozusagen eine "stille Kakophonie" mit vereinzelt Zwischentönen.

"Worüber man nicht sprechen kann, darüber muß man schweigen", sagte einst Wittgenstein. Im Sinne der Arbeiten Gotthard Günthers läßt sich heute feststellen, daß Wittgenstein sich irrte, denn worüber man nicht sprechen und was man weder hören noch sehen kann, das kann man unter Umständen rechnen.

7. REPRISE

Dieser Beitrag wurde mit einem Zitat von Vilém Flusser eingeleitet, auf welches an dieser Stelle noch einmal verwiesen werden soll. Der Beitrag soll mit einem etwas längeren Zitat von Gotthard Günther aus seinem Buch *Das Bewußtsein der Maschinen* abgeschlossen werden⁸⁷:

"...Die beiden Aussagenkomplexe, die sich als Theorie des dialektischen Materialismus und (alternative) Theorie des transzendentalen Idealismus darstellen, können jetzt nicht mehr als konkurrierende Aussagen über die Weltwirklichkeit genommen werden – wo die eine Seite recht und die andere Unrecht hat –; sie erscheinen in der kybernetischen Theorie [...] als komplementäre Ausdrucksformen der Reflexionskapazität solcher sich sowohl auf eine Umgebung als auch auf sich selbst beziehender Bewußtseinsmechanismen. Es ist unmöglich, daß beide Ausdrucksformen in einem System zugleich verwirklicht werden. Es ist aber genau so unmöglich, daß ein System seine Selbstbezogenheit in nur einer dieser komplementären Situationen erschöpfend darstellt. In dem Gegensatz dieser sich bekämpfenden Weltbilder kehrt die Antithese von Ich und Du wieder. [...] Das Interesse muß sich notwendig auf die generelle Reflexionsstruktur verlagern, durch die dieser Kampf der Weltanschauungen erregt wird. Die(se) Weltanschauungen als solche haben nur noch "klinisches" Interesse. D.h. man muß sie als Symptome der gegenwärtigen historischen Bewußtseinslage des Menschen werten. [...]"

Ein Weg zur Befreiung daraus ist die durch die Kybernetik erschlossene Einsicht, daß die Distribution des weltanschaulichen Reflexionsvermögens über komplementäre Zentren der Subjektivität nur ein vorläufiges Mittel für ein System mit Selbstreferenz ist, um sich gegenüber seiner Umgebung zu orientieren. Da diese natürliche Distribution der Reflexion in einem System wie dem menschlichen Leibe unaufhebbar ist, kann man die philosophische und speziell geschichtsmetaphysische Bedeutung der Kybernetik etwa im folgenden Sinn interpretieren: diese neue Denkweise versucht, die Bedeutung dieser Unaufhebbarkeit und den verhängnisvollen Einfluß, den sie auf die Geschichte gehabt hat, zu reduzieren und auf ein unschädliches Minimum zurückzuführen. Das Mittel dafür ist ebenso radikal wie paradox: die natürliche Distribution des menschlichen Denkens über konkurrierende Ichzentren soll durch eine künstliche (technische) Distribution der Reflexionsvorgänge über Mensch und Maschine überboten werden. Es ist offensichtlich, daß wenn dieses Unternehmen gelingt – und es besteht alle Aussicht, daß es glücken wird – menschliches Ich und menschliches Du zusammen auf eine Seite rücken müssen. Auf der anderen steht dann der mensch-erschaffene Mechanismus, und das Denken ist über beide Seiten distribuiert [...] über das Menschsein sowohl als auch über das im geschichtlichen Prozeß entstandene Artefakt.

Diese zweite Distribution wird eine so ungeheure, heute noch fast unvorstellbare metaphysische Spannweite haben, daß ihr gegenüber die erste, die zwischen Ich und Du, zu relativer Bedeutungslosigkeit herabsinkt. Die erste wird zunehmend, in reziproker Abhängigkeit von dem kybernetischen Fortschritt, eine Privatangelegenheit des Menschen. Das öffentlich-geschichtliche Interesse wird dafür immer mehr von der Problematik in Anspruch genommen werden, die die zweite Distribution impliziert. Die erste Distribution zwischen lebendigem Ich und Du im tierisch-menschlichen Leib ging nur die Perspektive der Introszendenz an. Bei der zweiten breitet sich die Subjektivität über denjenigen Materialbereich der Welt aus, der nicht der einer Subjektivität zugeordnete lebendige Körper ist. Da aber jener Teil der Welt, den ich mir nicht als leibliches Dasein angeeignet habe, für mein

⁸⁷ G. Günther, "Das Bewußtsein der Maschinen", AGIS Verlag, Baden-Baden, ²1963, ³2002

Erleben seine Wurzeln in etwas Transzendente[m] hat, so wird durch diese zweite Distribution nicht nur das Problem der Introszendenz sondern auch das des Transzendenten involviert.

Wenn fromme Gemüter in den Schlußsätzen des vorangehenden Absatzes eine Blasphemie sehen, dann muß ihnen entgegengehalten werden, daß ihr Denken, trotz aller Gläubigkeit, noch in jenem törichten Materialismus, den auch Lenin ablehnt, befangen ist. Sie sehen nicht, daß jene Aufgabe eine unendliche, also unvollendbare ist, weil ihr Ziel die von uns weiter oben beschriebene mittlere oder "dritte" Transzendenz ist, in der sich die Introszendenz der Subjektivität und die Transzendenz des Objektes begegnen sollen: noch sehen sie, daß es sich überhaupt nicht um eine Tätigkeit handelt, die sich auf den Menschen ausschließlich als homo faber bezieht und sich auf seine Handhabung von Schraubenschlüssel und Reagenzglas im Maschinensaal und Laboratorium beschränkt. Die Arbeit, die ihm hier zugemutet wird, ist von wesentlich höherem Rang und enthält die Forderung einer moralischen Selbstentäußerung und willentlichen Preisgabe seiner bisherigen geschichtlichen Existenz. Zwar sagt schon Hegel in seiner Einleitung zu den Vorlesungen über die Philosophie der Geschichte, daß die Weltgeschichte eine "Schlachtbank" sei, "auf welcher das Glück der Völker, die Weisheit der Staaten und die Tugend der Individuen zum Opfer gebracht worden" sind. Aber dem konkreten Bewußtsein des Gegenwartsmenschen fehlt noch die Einsicht, daß er selber durch die Selbstverwirklichung seines "Wesens" diese Schlachtbank angerichtet hat. Sein geschichtliches Gewissen wohnt noch immer in dem "finstern spröden Mittelpunkt" seines auf sich selbst beschränkten Ichs, von dem Hegel in der gleichen Einleitung sagt, "in welchem weder Natur noch Geist offen und durchsichtig (sind), und für welche Natur und Geist nur erst durch die Arbeit fernerer und einer in der Zeit sehr fernen Bildung (des) selbstbewußt gewordenen Willens offen und durchsichtig werden können. ..."

8. LITERATUR

- *Veröffentlichungen von Gotthard Günther:*

"Grundzüge einer neuen Theorie des Denkens in Hegels Logik", Felix Meiner Verlag, Hamburg, 1978 (erste Auflage: 1933).

"Idee und Grundriß einer nicht-Aristotelischen Logik", 2. Auflage (mit einem Anhang: "Materialien zur Formalisierung der dialektischen Logik und der Morphogrammatik 1973-1975" von R. Kaehr), Felix Meiner Verlag, Hamburg, 1978, (erste Auflage: 1958).

"Beiträge zur Grundlegung einer operationsfähigen Dialektik", Band 1-3, Felix Meiner Verlag, Hamburg, 1976-1980.

"Grundzüge einer neuen Theorie des Denkens in Hegels Logik", 2. Auflage, Felix Meiner Verlag, Hamburg, 1978.

"Das Bewußtsein der Maschinen – Eine Metaphysik der Kybernetik", Agis Verlag, Baden-Baden, 1963.

- *Materialien zum Thema finden sich im Internet unter:*

<http://www.vordenker.de>

<http://www.techno.net/pkl/>

Buchprojekt: Oliver Jahraus & Nina Ort (eds.)
UVK-Verlagsgesellschaft, Konstanz, 2003, p.129-185

Autor: E. von Goldammer
vgo@xpertnet.de
vongoldammer@fh-dortmund.de

Copyright 2002 © by the author. All rights reserved.

This material may be freely copied and reused, provided the author and sources are cited.
- a printable version may be obtained from the author -