

New opinions are always suspected, and usually opposed, without any other reason but because they are not already common.

John Locke (1632-1704)

Wenn ein Buch mit dem provozierenden Titel *Das Bewußtsein der Maschinen – Eine Metaphysik der Kybernetik* nahezu ein halbes Jahrhundert nach seiner erstmaligen Drucklegung als erweiterte Neuauflage wieder erscheint, dann stellt sich zwangsläufig die Frage nach der Aktualität des Inhalts, insbesondere dann, wenn es sich, wie im vorliegenden Fall, um Computer, Künstliche Intelligenz (KI), Maschinenbewußtsein oder kurz, um die Darstellung mentaler Prozesse mit Hilfe von Maschinen handelt. Wir wollen gleich zu Beginn eine Antwort auf die Frage geben, ob denn der Inhalt dieses Buches von Gotthard Günther noch aktuell ist? Die Antwort ist ein klares Ja! – der Inhalt ist immer noch hoch aktuell, und man muß hinzufügen, daß nicht nur der Inhalt dieses Buches, sondern Günthers Arbeiten insgesamt auch heute noch der Zeit, d.h. dem sog. 'Mainstream' der 'Scientific Community' weit voraus sind. Das wollen wir in der folgenden Einführung zu diesem Buch begründen, indem wir den wissenschaftstheoretischen Aspekt und die Bedeutung der Arbeiten des deutsch-amerikanischen Philosophen und Logikers Gotthard Günther für die Philosophie der Technik im Kontext der heutigen KI-Forschung herauszuarbeiten versuchen.

Der Verstand ist die Form der Formen.

Der Autor: *Gotthard Günther*

Gotthard Günther wurde am 15.06.1900 in Arnsdorf (Schlesien) als Sohn eines Pastors geboren.

Er studiert neben Philosophie auch Indologie, klassisches Chinesisch, Sanskrit und vergleichende Religionswissenschaften. Seine Dissertation bei Eduard Spranger ist ein Kapitel aus seinem 1933 veröffentlichten Buch *Grundzüge einer neuen Theorie des Denkens in Hegels Logik* [1].

Er macht eine Ausbildung zum Skilehrer und Segelflieger und legt die A-, B- und C-Prüfung sowie das Internationale Leistungsabzeichen für Segelflug ab, um schließlich 1952 in den USA sogar in den Besitz des Kunstflug- und Motorflugscheins zu gelangen.

1935-1937: Assistent bei Arnold Gehlen in Leipzig. Er ist verheiratet mit der Jüdin Marie Hendel, die 1933 ein Berufsverbot als Lehrerin erhält und nach Italien emigriert.

1937: Günther folgt seiner Frau zunächst nach Italien und emigriert mit ihr 1938 nach Südafrika, wo er als Dozent für Philosophie an der Universität Kapstadt-Stellenbosch tätig ist.

1940: Beide übersiedeln von Südafrika aus in die USA, wo Günther versucht, Anschluß an die neueren Forschungen auf dem Gebiet der mathematischen Logik zu gewinnen. Von 1942 bis 1944 hält Günther Vorlesungen und Seminare (12 Stunden wöchentlich!) am Colby-College in Maine.

1944: Günther erhält ein Forschungsstipendium der US-Army und arbeitet an der Widener Library der Harvard Universität. In dieser Zeit hält er Vorlesungen am Cambridge Adult Center for Education. Privat begegnet er Ernst Bloch, der in seiner unmittelbaren Nachbarschaft wohnt, mit dem ihn seit dieser Zeit eine persönliche Freundschaft verbindet.

1945: Beginn seiner Arbeiten an der Kalkültechnik sowie der reflexionstheoretischen Interpretationen mehrstelliger Logiken.

1948: Günther nimmt die amerikanische Staatsbürgerschaft an. Er lernt J. W. Campbell kennen, der ihn auf die Bedeutung der amerikanischen Science Fiction Literatur aufmerksam macht.

1952: Günther gibt im Karl Rauch Verlag (Düsseldorf) eine vierbändige Reihe (*Rauchs Weltraum-Bücher*) amerikanischer SF-Literatur heraus (Autoren u.a.: J. Asimov, J.W. Campbell, L. Padgett, J. Williamson). In diesem Jahr erhält er auf Vorschlag von Kurt Gödel einen Forschungsauftrag der Bollingen Foundation.

1953: Erste Veröffentlichungen in den USA über logisch-metaphysische Themen.

1955: Gastvorlesung an der Universität Hamburg, auf Initiative von H. Schelsky und C.F. von Weizsäcker, um Günthers Wiederanschluß an das deutsche akademische Leben zu erreichen.

1957: Publikation einiger maßgeblicher Arbeiten Gotthard Günthers: *Das Bewußtsein der Maschinen – Eine Metaphysik der Kybernetik; Metaphysik, Logik und die Theorie der Reflexion*[5]; *Idee und Grundriß einer Nicht-Aristotelischen Logik*[4].

1960: Günther lernt Warren St. McCulloch kennen, eine Bekanntschaft, die für seine weiteren Forschungsarbeiten von entscheidender Bedeutung wird, da sie nicht nur der Beginn einer Freundschaft zu dem Begründer der Neuroinformatik ist, sondern auch den Beginn von Günthers Arbeit am Biological Computer Laboratory (BCL) zur Folge hat.

1961-1972: Forschungsprofessur am Biological Computer Laboratory der University of Illinois, Zusammenarbeit mit Warren McCulloch und Heinz von Foerster. In dieser Zeit stößt Günther im Zuge der Erforschung reflexiver mehrstelliger, d.h. polykontexturaler Logik-Systeme auf das Problem der morpho- und der kenogrammatischen Strukturen, die der Öffentlichkeit in Arbeiten wie *Cybernetic Ontology and Transjunctional Operations*[5]; *Das metaphysische Problem einer Formalisierung der transzendental-dialektischen Logik*[5]; *Logik, Zeit, Emanation und Evolution*[5] oder *Natural Numbers in Trans-Classic Systems*[5] vorgestellt werden.

Durch seine Emeritierung im Jahr 1972 beendet Günther seine Tätigkeit am BCL, eine Tätigkeit, die er für die fruchtbarste seines Lebens hält. Er übersiedelt nach Hamburg und hält an der dortigen Universität Vorlesungen über Philosophie.

1975: Günthers Selbstbiographie *Selbstdarstellung im Spiegel Amerikas*[6] erscheint, in der er ein Resümee seiner Arbeit vorstellt. Seine Bemühungen kulminieren in einer mehrstelligen reflexiven Logik und Arithmetik in seiner

'Theorie der Polykontextualität', einer Theorie, die er den monokontextualen Logik-Systemen und der klassischen Arithmetik komplementär zur Seite stellt.

1979: Günther begründet auf dem Hegel-Kongress in Belgrad eine allgemeine Theorie der Negativsprachen unter dem Titel *Identität, Gegenidentität und Negativsprache*, die die herkömmlichen gegenstandsbezogenen, positiven Wissenschaftssprachen komplementär ergänzt.

Am 29. November 1984 stirbt Gotthard Günther in Hamburg. Sein wissenschaftlicher Nachlaß befindet sich in der Staatsbibliothek Berlin-Preußischer Kulturbesitz sowie im Gotthard-Günther-Archiv an der Universität Salzburg.

- [1] *Grundzüge einer neuen Theorie des Denkens in Hegels Logik*, Felix Meiner Verlag, Hamburg ¹1933, ²1978.
- [2] *Christliche Metaphysik und das Schicksal des modernen Bewußtseins* (zusammen mit Helmut Schelsky. Leipzig, 1937.
- [3] *Das Bewußtsein der Maschinen. Eine Metaphysik der Kybernetik*, Agis Verlag, Krefeld, Baden Baden (¹1957, ²1963).
- [4] *Idee und Grundriß einer nicht-Aristotelischen Logik*, Felix Meiner Verlag, Hamburg (¹1959, ²1978, ³1991).
- [5] *Beiträge zur Grundlegung einer operationsfähigen Dialektik* (Erster Band 1976, Zweiter Band 1979, Dritter Band 1980), Felix Meiner Verlag, Hamburg.
- [6] G. Günther, *Selbstdarstellung im Spiegel Amerikas*, in: Philosophie in Selbstdarstellung II, L. J. Pongratz, Hrsg., Felix Meiner Verlag, Hamburg, 1975.

Gotthard Günther im Internet - siehe auch Rudolf-Kaehr-Archiv in:
<https://www.vordenker.de> und <http://www.thinkartlab.com>

Zum Buch: *Das Bewußtsein der Maschinen*

...Was uns in der Maschine begegnet, ist gewesenes Leben, ist lebendiges Fühlen und alte Leidenschaft, die der Mensch nicht gescheut hat, dem Tod der Objektwelt zu übergeben. Nur dieser Tod ist das Tor zur Zukunft...

Gotthard Günther [¹]

Für die Lektüre des Buches *Das Bewußtsein der Maschinen* sind keine tieferen Kenntnisse der formalen Logik oder der Mathematik erforderlich. Das sei hier gleich vorweg genommen und wird ja auch vom Autor bereits im Vorwort betont. Das hat wie immer zwei Seiten. Zum einen führt es bei manchem Leser zu Mißverständnissen, wie einige der Rezensionen der Güntherschen Arbeiten aus den 60er und 70er Jahren des vorigen Jahrhunderts zeigen. Auf der anderen Seite muß man sehen, daß Günther seine 'Theorie der Polykontextualität', die wir weiter unten etwas näher beschreiben wollen, nicht in einem Guß, sozusagen in einer großen Arbeit, wie etwa Kants *Kritik der reinen Vernunft*, entwickelt und niedergeschrieben hat. Das kann man auch nicht erwarten, denn seine Theorie ist derart umfassend und greift so radikal in die Fundamente unseres Denkens und damit in das gesamte abendländische Wissenschaftsparadigma ein, daß es unmöglich ist, so etwas gleichsam "über Nacht" zu entwerfen. Dazu war eine lange Entwicklungszeit

notwendig, über die Günther in seiner Selbstbiographie ausführlich berichtet.[²]

So wird der Leser die weiter unten kurz vorgestellten Begriffe wie 'Kontextur', 'Polykontextualität', 'Kenogrammatik' oder 'Morphogrammatik' in den Teilen des Buchs, welche bereits in der Auflage von 1963 abgedruckt waren, nicht finden. Der Grund dafür ist einfach: diese Begriffe sind erst später, d.h. in den 70er Jahren von Günther erarbeitet und in die Wissenschaft eingeführt worden. Einen detaillierten Überblick über die zeitliche Entwicklung sowie über die Bedeutung der Güntherschen Arbeiten findet der Leser in dem Artikel *Einübung in eine andere Lektüre* von Kaehr und Ditterich aus dem Jahr 1979.[³]

Günther verwendet bis Mitte der 60er Jahre in seinen Arbeiten den Begriff der 'mehrwertigen' Logik. Dies hat mitunter zu erheblichen Mißverständnissen geführt, obwohl Günther immer wieder betont, daß Mehrwertigkeit bei ihm nicht zu verwechseln sei mit der Mehrwertigkeit der von Lukasiewicz eingeführten mehrwertigen Logiksysteme, bei denen zusätzliche logische Werte zwischen 0 und 1 eingeführt werden. Dabei steht 0 für logisch falsch und 1 für logisch wahr. Diese von Łukasiewicz in den 30er Jahren entwickelte Mehrwertigkeit führt unmittelbar zu den probabilistischen Logiken, und diese sind und bleiben klassisch, oder um es hier gleich in der Begrifflichkeit Günthers auszudrücken, sie sind 'monokontextural'. Polykontextualität war zu keiner Zeit das Thema des bekannten polnischen Logikers Łukasiewicz. Mehrwertigkeit im Sinne Günthers sollte man daher besser als Mehrstelligkeit bezeichnen, d.h. man spricht besser von einer mehrstelligen Logik, denn die von Günther eingeführten zusätzlichen Werte sind als Stellenwerte jenseits von 0 und 1 zu denken. Diese Stellenwerte oder 'place values' in den englischsprachigen Arbeiten, beziehen sich auf unterschiedliche Orte des logischen Diskurses, d.h. auf unterschiedliche logische Domänen, die Günther als logische Kontexturen bezeichnet und in denen alle Regeln der klassischen Logik ihre volle Gültigkeit besitzen. Um dies zu verdeutlichen, sei an dieser Stelle ein Zitat Günthers angeführt:[⁴]

"Jedes Einzelsubjekt begreift die Welt mit derselben Logik, aber es begreift sie von einer anderen Stelle im Sein. Die Folge davon ist: insofern, als alle Subjekte die gleiche Logik benutzen, sind ihre Resultate gleich, insofern aber, als die Anwendung von unterschiedlichen ontologischen Stellen her geschieht, sind ihre Resultate verschieden. Dieses Zusammenspiel von Gleichheit und Verschiedenheit in logischen Operationen wird durch die Stellenwerttheorie der mehrwertigen Logik beschrieben. Die zusätzlichen Werte sind hier überhaupt nicht mehr Werte im klassischen Sinn,... sie repräsentieren vielmehr die unterschiedlichen ontologischen Stellen, an denen zweiwertige Bewußtseinsoperationen auftreten können." (1a)

Und auf der gleichen Seite lesen wir:

"... 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 zie-

hen. Das aber bedeutet, daß das zweiwertige Verhältnis von Subjekt und Objekt sich in einer Vielzahl von ontologischen Stellen abspielt, die nicht miteinander zur Deckung gebracht werden können." (1b)

Zitate diesen Inhalts machen sehr deutlich, daß es sich hier nicht um den Entwurf einer probabilistischen Logik handeln kann. Allen Rezensenten, die in der Vergangenheit diese Vermutung immer wieder geäußert haben – und davon gibt es einige –, muß man vorwerfen, daß sie nicht sorgfältig genug gelesen haben oder gewisse Vorurteile einfach weiter pflegen wollten. Vielleicht liegen die Mißverständnisse, wenn es sich denn um solche handelt, aber auch nur darin, daß man nicht gewillt war, einen Unterschied zu sehen bei der Beschreibung der gegenständlichen Welt, d.h. den *bona fide* Objekten der Physik, und den mentalen Prozessen wie Denken, Lernen, Wahrnehmen, usw. als Objekte der wissenschaftlichen Beschreibung. Günther weist zwar immer wieder auf diesen Unterschied hin, aber offensichtlich ist das 'Denken in Gegenständen' bei vielen heute noch so tief verwurzelt, daß kaum bemerkt worden ist, daß auch in den Naturwissenschaften nicht gegenständlich, sondern in 'Relationen von Begriffen' gedacht wird. Wenn aber über das Denken selbst nachgedacht werden soll, dann denkt man über 'Relationen von Relationen von Relationen ... von Begriffen' nach, und das muß zwangsläufig zu einer höheren Komplexität in der Beschreibung und somit zu einem erweiterten Formalismus der Logik und Mathematik führen. Mit anderen Worten, in der Physik macht es wenig Sinn, von distribuerter Subjektivität oder von Identitätswechseln zu sprechen, denn es muß wohl kaum betont werden, daß hier nicht von stofflicher Distribuertheit oder von stofflichen Identitätswechseln die Rede ist, schließlich ist ein Elektron ein Elektron ein Elektron... Obwohl also distribuierte Subjektivität, Identitätswechsel usw. für eine Theorie der Subjektivität, der Kommunikation usw. von zentraler Bedeutung sind, lassen sie sich im Sprachrahmen monokontexturaler Logik-Konzeptionen nicht widerspruchsfrei darstellen. Schlimmer noch, sie erscheinen in einem von der klassischen Aristotelischen Logik geprägten Weltbild geradezu als absurd.

Zum Begriff der *Kybernetik bei Gotthard Günther*

We must stop acting as though nature were organized into disciplines in the same way that universities are.
Russell L. Ackhoff

Es kann und muß davon ausgegangen werden, daß die zweite Wiederauflage des vorliegenden Werkes Gotthard Günthers aus dem Jahr 1957 in die Hände von Leserinnen und Lesern gelangt, die über die Geschichte des Begriffs der Kybernetik keine oder nur wenig Kenntnis besitzen. Daher kann Günthers ursprünglichere, wesentlich umfassendere und im eigentlichen Sinne radikale Sichtweise dieses Begriffs sowie die konsequente Anwendung desselben in seinem Werk möglicherweise zu Mißverständnissen führen. Diese Umstände berücksichtigend ist hier der einleitende Versuch unternommen, zu einem vertieften Verständnis der Historie dieser für die Wissenschaft des 20.

Jahrhunderts und darüber hinaus so zentralen begrifflichen Neuschöpfung beizutragen.

Ein Konversationslexikon definiert Kybernetik, hergeleitet vom griechischen kybernētiké (techné) 'Steuermann(skunst)', als "von Norbert Wiener 1948 begründete und benannte Wissenschaft von dynamischen Systemen, d.h. theoretischen oder wirklichen Ganzheiten, deren einzelne Bestandteile (Elemente) in einer funktionalen Beziehung zueinander und zum ganzen stehen und auf Einwirkungen von außerhalb des Systems reagieren können und die über mindestens einen (rückgekoppelten) Regelkreis verfügen".^[5]

In dieser wird ebenso wie in den meisten anderen gebräuchlichen Definitionen von Wieners mathematisch und philosophisch ausgerichteter Publikation über Regelkreise und Rückkoppelungsmechanismen *Cybernetics: or Control and Communication in the Animal and the Machine*^[6] als Initialwerk des neuen Gebietes ausgegangen. Die neuzeitliche Anwendung des Terminus 'Kybernetik' läßt sich allerdings erstmals schon im Spätwerk des französischen Physikers André-Marie Ampère ausmachen.^[7] Hier bezeichnet 'la cybernetique' in Ampère's Gesamtsystem von insgesamt 128 gegenwärtigen und zukünftig möglichen Wissenschaften die Kunst der Staatslenkung als eine der vier Abteilungen der politischen Wissenschaft "quatre divisions pour la science politique". Und der altgriechische Schiffslenker, der 'kybernetes', fand zumindest etymologisch über den römischen 'gubernator' als Gouverneur Eingang in das praktische Staatswesen.

In der Tat kann Wieners Werk jedoch als ein Abschluß, als ein Markstein einer ersten Phase der Entwicklung der Kybernetik als eigenständiger wissenschaftlicher Disziplin verstanden werden, an der eine relativ kleine Gruppe von Wissenschaftlern beteiligt war, zu der u.a. auch John von Neumann, Gregory Bateson, Margaret Mead, Warren St. McCulloch und Larry Frank gehörten. Konstituierend für Begriffsbildungen waren die sogenannten Macy-Konferenzen, die von der Josiah Macy Jr. Foundation, einer Stiftung mit medizinischem Schwerpunkt, veranstaltet wurden. Heinz von Foerster erzählt seinen Anteil an der Prägung des Begriffs 'Kybernetik' folgendermaßen: "Als Gast der 6. Macy-Konferenz am 24. und 25. März 1949 war ich von der Geschäftssitzung dieses Abends ausgeschlossen. Als man mich jedoch wieder hineinbat, verkündete mir der Vorsitzende Warren S. McCulloch, daß man aufgrund meiner schlechten englischen Sprachkenntnisse bemüht sei, für mich eine Möglichkeit zu finden, wie ich mir diese Sprache möglichst schnell und gründlich aneignen könnte. Und, wie man mir sagte, hätte man eine Möglichkeit gefunden. Mir wurde aufgetragen, den Sitzungsbericht der Konferenz zu verfassen, der so schnell wie möglich herausgegeben werden sollte. Ich war völlig platt! Nachdem ich mich wieder gefaßt hatte, sagte ich, daß mir der Titel der Konferenz 'Zirkulär-kausale Rückkoppelungsmechanismen in biologischen und sozialen Systemen' zu schwerfällig erscheine, und ich mir überlegt hätte, ob diese Konferenz nicht einfach 'Kybernetik' heißen und die gegenwärtige Bezeichnung als Untertitel benutzt werden könnte. Als dieser Vorschlag unmittelbar und einstimmig unter Gelächter und Applaus begrüßt wurde, verließ Norbert Wiener mit feuchten Augen den Raum, um seine Ergriffenheit zu verbergen."^[8]

Vordergründig betrachtet wurde hier die Keimzelle für die Verbreitung eines neuen Begriffes geschaffen, dessen wissenschaftlicher Gegenstand das 'Wirkgefüge' in biologischen und sozialen Systemen ist. Darüber hinaus ist in den Zeilen von Foerstern aber auch ein Ansatz zu einer neuen Kultur des wissenschaftlichen Denkens und Handelns implizit enthalten, der sich schon darin widerspiegelt, daß demjenigen mit den geringsten Englischkenntnissen die Abfassung des Konferenzberichtes übertragen wird, und zwar damit er Englisch lernt! Hier vollzieht die Gruppe eine Handlung im besten Sinne eben dadurch, daß nicht – bezogen auf die unzureichenden Englischkenntnisse von Foerstern – nach dem gefragt und von dem ausgegangen wird, was bereits "ist", sondern nach dem, was sein kann bzw. sein wird! Handlungsprozesse allerdings erfordern ebenso wie Erkenntnisprozesse immer Subjekte, die handeln bzw. erkennen. Schon W. Ross Ashby stellt diesen Umstand in seinem Werk *Design for a Brain* unmißverständlich klar in dem Satz "This knowledge of personal awareness, therefore, is prior to all other forms of knowledge."^[9] Es wird deutlich, daß die Kybernetik hier, so wie es sich in der 'cybernetique' als Lehre der Staatslenkung bei Ampère schon leise andeutet – entgegen den etablierten Naturwissenschaften –, das erkennende und handelnde Subjekt ausdrücklich in den Bereich der Wissenschaft mit einbezieht. Die Kybernetik stellt den einzigen nennenswerten Versuch des 20. Jahrhunderts dar, eine methodische Metawissenschaft zu etablieren, in der die Trennung zwischen den Geisteswissenschaften und den sui generis subjektlosen Naturwissenschaften im Hegelschen Sinne aufgehoben ist. Oder in anderen Worten ausgedrückt: Die Kybernetik lehnt den dem klassischen Wissenschaftsgefüge impliziten Methodendualismus strikt ab. Ihr Forschungsfeld definiert Ashby folgendermaßen: "Kybernetik untersucht alle Phänomene in Unabhängigkeit ihres Materials, so sie regelgeleitet und reproduzierbar sind."^[10]

In Konsequenz dessen greift ihr Anspruch, der auch ein Anspruch des technischen Handelns via Konstruktion ist, schon sehr früh hinter die biologische Fragestellung – 'Was sind die biologischen Voraussetzungen des Erkennens?' – hinein in das Formale: 'Was sind die formalen Voraussetzungen für die Beschreibung des Erkennensprozesses?' Hierfür stehen insbesondere zwei Veröffentlichungen von Warren St. McCulloch aus den Jahren 1943 und 1945.^[11, 12] Diese Arbeiten haben beide die 'Errechnung' von Reaktionen auf die Umwelt in den Nervensystemen von Lebewesen zum Thema. In *A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity* erarbeitet McCulloch zusammen mit dem Mathematiker Walter Pitts bereits 1943 ein mathematisches Modell, das später zur ersten allgemeinen Grundlage für die Neuroinformatik werden sollte. Und in der zweiten Publikation *A Hierarchy of Values Determined by the Topology of Nervous Nets* dokumentiert McCulloch seine Entdeckung der operationellen Geschlossenheit, der Zirkularität neuronaler Topologien, und stellt fest, daß diese im Sprachrahmen der klassischen Logik nicht mehr widerspruchsfrei zu thematisieren sind. Günther schreibt hierzu 1979: "Obwohl die zweiwertige Grundoperation des tradierten begrifflichen Denkens, nämlich die Negation, ein streng symmetrisches Umtauschverhältnis darstellt, tendieren wir dazu, in dem Verhältnis von designierender Positivität und designationsfreier Negativität ein Rangverhältnis zu sehen. Das führt zu einer hierarchischen Struktur aller theoretischen Re-

flexion. Die berühmteste, fraglos akzeptierte Demonstration dieses Vorurteils ist die Jahrtausende alte Platonische Begriffspyramide, die das Verhältnis des Allgemeinen zum Besonderen (*genus proximum* und *differentia specifica*) regelt. Mit diesem Denkschema hat man sich in der abendländischen Geistesgeschichte – und auch anderswo – bislang zufrieden gegeben. Demgegenüber aber fand der Neurologe McCulloch, daß die Neuronen des Gehirns dieses Vorurteil nicht teilen und zulassen, daß ihre Aktivität unter bestimmten Bedingungen auch zyklischen Gesetzen unterliegt. Daraus resultiert eine logische Struktur, für die McCulloch den Terminus 'Heterarchie' (Nebenordnung) prägte."^[13]

McCullochs Rolle bei der Grundlegung der Kybernetik kann gar nicht deutlich genug hervorgehoben werden. Fällt seine schriftliche Hinterlassenschaft am Umfang gemessen eher spärlich aus – das Wesentliche ist in dem Band *Embodiments of Mind* enthalten –, so besaß er jedoch genau jenes genuin kybernetische Handlungsvermögen, jene Management-Kompetenz des Netze-Knüpfens, die ihn die richtigen Leute zur richtigen Zeit am richtigen Ort zusammenführen ließ. Durch seine Vermittlung konnte u.a. Heinz von Foerster in den USA wissenschaftlich Fuß fassen. Er war es auch, der der Arbeit des deutschen Emigranten Günther nicht nur einen angemessenen akademischen Rahmen vermittelte,^[14] sondern darüber hinaus entscheidende inhaltliche Impulse gab. Günther selbst bemerkt emphatisch, daß er der Begegnung mit Warren St. McCulloch "nichts an die Seite zu stellen vermag".^[15, 16]

McCulloch allerdings mußte die Frage nach der Formalisierung der von ihm in neuronalen Topologien entdeckten operationellen Geschlossenheiten zwangsläufig offenlassen, da ihm als formales Rüstzeug nur die klassische Logik zur Verfügung stand, in der Selbstrückbezüglichkeit prinzipiell ausgeschlossen ist. Versuche, ein triadisches System als Beschreibungsansatz heranzuziehen, verwarf er bald wieder.^[17, 18]

In dieser Situation trifft er auf Günther, der, nicht von biologischen Topologien, sondern von der philosophischen Seite des deutschen Idealismus her kommend, sich mit einer nahezu isomorphen Problematik befaßt. Wie Günther nachdrücklich bemerkt, weist bereits Kant im Kapitel *Von der Amphibolie der Reflexionsbegriffe durch die Verwechslung des empirischen Verstandesgebrauchs mit dem Transzendentalen* in der *Kritik der reinen Vernunft* darauf hin, daß sich das Subjekt als Objekt maskieren muß, will es sich selbst zum Thema des Denkens machen.^[19, 20] Hier taucht eben jene Selbstrückbezüglichkeit nunmehr im philosophischen Gewand auf. Sie führt im Sprachrahmen der klassischen Logik zu einem Widerspruch, denn schon bei Aristoteles kann ein Etwas nicht eine bestimmte Eigenschaft besitzen und diese zugleich nicht besitzen. Ein Drittes ist hier ausgeschlossen, ausgedrückt im Axiom des 'Tertium non datur' der klassischen Logik. Kant allerdings hält trotz dieser von ihm selbst festgestellten unauflöselichen Mehrdeutigkeit am Schema der Aristotelischen Logik fest, als Konsequenz bleibt bei ihm das Subjekt ein transzendentes Apriori. Im Subjekt liefert das "...sich selbst begegnende Denken ... die Basis der Erkenntnis, und alles sichere Wissen wird in der Selbstbewegung der Vernunft produziert."^[21] Kant wird damit nicht nur zum 'Kronzeugen' der konstruktivistischen Ansätze, er genügt darüber hinaus auch als erkenntnistheoretischer Ausgangspunkt der Psychoana-

lyse.^[22] Hegel aber schlägt mit der "reinen Sichselbstgleichheit im Anderssein"^[23] ein Thema an, das – als Identitätstheoretisches Problem – auf dem Boden der Kantschen Rationalität mit dem 'Tertium non datur' und mit den zur Verfügung stehenden formalen Werkzeugen nicht mehr zu bewältigen ist. Daher begründet sich, so Günther, "der im deutschen Idealismus so tief eingewurzelte Haß gegen den logischen Formalismus, der bei Hegel geradezu groteske Formen erreicht."^[24] Günther nimmt, angeregt durch die Impulse seines Lehrers Eduard Spranger, den philosophischen Ausgangspunkt seines Forschungsprogramms bei Hegel. Beginnend mit seiner Dissertation,^[25] unterzieht Günther die der Logik zugrundeliegende abendländische Ontologiekonzeption einer eingehenden strukturellen Analyse. In der eben nicht in die Affirmation zurückführenden zweiten Negation Hegels stellt sich heraus, daß die bisherige Ontologie strukturell zu arm ist, um den Relationenreichtum der Wirklichkeit auch nur annähernd abzubilden. Die von Hegel induzierte Verschiebung des Fokus der Betrachtung von den ontischen Relationsgliedern Subjekt und Objekt hin zu den Relationen selbst wird von Günther konsequent fortgeführt. Ihm gelingt es, bei Hegel die Ansätze zu einer neuen formalen Struktur aufzuzeigen und diese zunächst zu einem Stellenwertsystem auszubauen, in dem mehrere sogenannte logische Domänen einander vermittelt sind. (Der Terminus 'Polykontexturallogik' taucht erst später auf, er ist etwa auf den Anfang der siebziger Jahre zu datieren.^[26])

Es ist letztlich die Begegnung – und Denken ist Begegnung – mit McCulloch, die, über die Logik hinaus, das Wesen der Zahl ins Spiel bringt und Günther hinführt zur Entwicklung der Kenogrammatik und der dialektischen Zahlentheorie.^[27] Ihrer ontologischen Grunddaten entleert (kenos = leer), liefern diese Strukturen eine Option zur Selbstabbildung von Selbstreferenz, die qualitativ etwas völlig anderes darstellt als der ebenfalls auf Kybernetiker zurückgehende Versuch, Selbstreferentialität über rekursive Funktionen zu modellieren. Letztere verbleiben lediglich auf der Stufe eines (von einem Subjekt) bereits getroffenen Designats und sind dadurch der Möglichkeit der Selbstsetzung prinzipiell enthoben. Sinngemäßes gilt für andere, sich individuell unterscheidende technische Ansätze der KI-Forschung wie der sog. Fuzzy-Logik, der Kontext-Logik und weitere Konzeptionen sowie auch für den Calculus of Indication (Spencer-Brown) und verwandte Formen, wie Rudolf Kaehr 1980 nachgewiesen hat.^[28]

Diejenigen Interpretationen des Güntherschen Werks, die seine Arbeiten mit geschichtsphilosophischem Schwerpunkt als Beiwerk oder als den Versuch einer zusätzlichen historischen Verortung seiner philosophischen und formal ausgerichteten Arbeiten ansehen^[29] und daher intendieren, aus dem Gesamtwerk einen bislang unbekanntem "Geschichtsphilosophen Gotthard Günther" abzulösen, greifen fehl. Seine historischen Arbeiten müssen vielmehr als direkte Konsequenz der strukturellen Analyse der abendländischen Ontologiekonzeption und deren Entwicklung aufgefaßt werden, sie sind damit integraler Bestandteil seines Werkes und bestätigen ihn als einen tiefen Chronisten unserer Bewußtseinsgeschichte, der diese darüber hinaus antizipierend in das Planetarische hinein fortschreibt.^[30] Die Günthersche Analyse führt nämlich unmittelbar zu einer Dekonstruktion der ontischen Relationsglieder, insbesondere des Subjektbegriffs, und damit zwangsläufig zur Not-

wendigkeit einer radikalen Reinterpretation von Geschichte. Durch die Formalisierung der dialektischen Differenz zwischen Subjekt und Objekt, und das ist gleichbedeutend mit der Formalisierung des Verhältnisses von Begriff und Zahl, kann der Mensch von nun an nicht mehr als das alleinige Subjekt der Geschichte betrachtet werden.

Das Universum sowie das Leben darin müssen dann ebenso mit einbezogen werden wie die technischen Produktionen des Menschen. Bei Rudolf Kaehr wird die historische Bedeutung der Kybernetik folgendermaßen reflektiert: "Der Paradigma-Wechsel, wie er sich in der Grundlagenforschung der amerikanischen Kybernetik, der 'Second Order Cybernetics', vollzieht, ... geht einher mit einer radikalen Entthronung des Menschen, mit einer neuen Bestimmung der Stellung des Menschen im Kosmos ...".^[31]

Und bereits 1951 schrieb Max Bense zur anthropologischen und ontologischen Bedeutung der Technik in *Kybernetik oder Die Metatechnik einer Maschine*: "Beide, Intelligenz und Welt, bedingen einander; und das ist ebenso ein kybernetischer wie auch ein anthropologischer Satz." Bense weist hier deutlich auf die Selbstrückbezüglichkeit als Grundbedingung des Menschlichen hin. Sein Aufsatz endet mit den Worten: "Der Mensch als technische Existenz: das scheint mir eine der großen Aufgaben einer philosophischen Anthropologie von morgen zu sein."^[32]

Es stellt sich heute somit auch die Frage nach einer "Philosophie der Technik", die jenseits der zwischen Kulturpessimismus und technischen Allmachtsphantasien verlaufenden Frontlinien – man denke hierbei z.B. an die aktuelle Diskussion um die Gentechnologie sowie an die sog. Kurzweil-Debatte – das Günthersche Grundmotiv jener umfassenderen Kybernetik zweiter Ordnung in den Blick nimmt, die das Grundverhältnis zwischen Konstrukteur und Konstruiertem, die wechselseitige Bedingtheit von Mensch und Technik und damit die Stellung des Menschen im Kosmos thematisiert.

Darüber hinaus ist es die aus der Güntherschen Philosophie folgende "Distribution der Subjektivität" über viele Ichzentren im Verbund mit dem Problem der Vermittlung über die Technik, von der in Zukunft nicht nur die Soziologie, sondern eine jede Kommunikations- und Medientheorie auszugehen hat, die mehr als bloße Interpretation sein will.

Vom Schwerpunkt der Medientheorie her kommend ist es lediglich Vilém Flusser, der die Kulturgeschichte der Beziehung zwischen Technik und dem "Projekt Menschwerdung" dialektisch, aber ausschließlich mit den Mitteln der Sprache analysiert,^[33] und ohne direkten Bezug zu den Arbeiten im Bereich der Kybernetik zweiter Ordnung oder gar zu Günther. Umso frappierender ist es, daß Flusser intuitiv zu geschichtsphilosophisch ganz ähnlichen Schlußfolgerungen gelangt.

Und Peter Sloterdijk warnt vor "Vereinfachungen", für ihn ist es Günther, der mit seiner 'Mehrwertigkeit' "wirklich die Schallmauer durchbrochen zu haben scheint", der "die Logik des nach-metaphysischen Zeitalters umrissen" und gezeigt hat, wie man den "ideologischen Bastarden", den "grauenvollen halbwissenschaftlichen Meinungssystemen" entkommt, die sich seit dem 19. Jahrhundert "an die Stelle der Metaphysik" gesetzt hatten.^[34]

Aber dort, wo die Fragen vielleicht am drängendsten sind, nämlich bei der Frage nach dem Bewußtsein, werden die Ergebnisse der Kybernetik zweiter Ordnung sowie die dort neu aufgeworfenen Fragen noch nicht einmal zur Kenntnis genommen, wie das unlängst erschienene Buch *Grundprobleme der Philosophie des Geistes* von Michael Pauen, das ein Grundlagenwerk sein will, zeigt.^[35]

Im Verfolg der Geschichte der Kybernetik gerät mit dem Fortschreiten der Entwicklung technischer – also objektiverter – Exzerpte allmählich ins Hintertreffen, daß die Kybernetik ursprünglich das erkennende Subjekt ausdrücklich in den Bereich der Wissenschaft mit einbezieht und die als unüberbrückbar behauptete Dichotomie Geist – Materie strikt zurückweist. Werfen wir einen Blick auf die zeitgenössische Realität der Kybernetik selbst, dann muß festgestellt werden, daß in dem Maße, in dem die Kybernetik die vielen anderen Wissenschaften penetrierte, das Subjekt wieder aus ihr hinaus diffundiert worden ist, zurück bleibt nur ein technischer Methoden-Werkzeugkasten, dessen Inhalt zudem noch reduziert wurde, und zwar an genau den Stellen, an denen die "Gefahr" besteht, daß die Frage nach der Subjektivität auftauchen könnte.

Lediglich der radikale Konstruktivismus führt hier ein "Randdasein" in therapeutischen, psychologischen und pädagogischen Arbeitsfeldern, jedoch ohne ernsthaft in den zum technokratischen Funktionalismus verkommenen Wissenschafts- und Wirtschaftsbetrieb eingreifen zu können; er ist den Solipsismusverdacht nie ganz losgeworden, strukturell angelehnt an den Subjektbegriff Kants ist bei ihm die Welt durch den Rost gefallen. Geht es jedoch statt um das Individuum um Gesellschaften, wie im Soziologieentwurf Luhmanns, dann fällt das Ich durch den Rost, es wird – entsprechend den Ansprüchen des technischen Funktionalismus – kurzerhand zum System umdefiniert.

Es läßt sich der Eindruck gewinnen, als pflege man gegenüber dem Thema der Subjektivität eine Vermeidungsstrategie. So scheint es wenigstens. Denn der Osten und der Westen haben sich mittlerweile stillschweigend und ohne jegliche Diskussion, zu der zumindest nach dem Zusammenbruch des "real existierenden Sozialismus" eine wirkliche Chance bestanden hätte, auf die rein materialistische Weltperspektive und daher auf einen der Dialektik entkleideten Materialismus geeinigt; das Subjekt steht gleichsam draußen vor der Tür und harret weiterhin seiner Dekonstruktion. Charakteristisch hierfür ist eine besondere Symptomatik des Wissenschaftsbetriebes. Die Kybernetik, so wurde gesagt, weist die klassische Dichotomie Geist – Materie, Materialismus – Idealismus, strikt zurück, da die damit verbundenen Fragestellungen obsolet seien. Nun wird ein Wissenschaftler, sagen wir, aus den Gesellschaftswissenschaften, ebenfalls zu Protokoll geben, daß heute Fragestellungen dieser Dichotomie kaum mehr eine Rolle spielen. Aber, wie Günther sagt, "...es ist kindisch, zu behaupten man habe die klassische Metaphysik abgeschafft, solange man die Logik, die aus dieser Metaphysik entsprungen ist, immer noch als das Organon der eigenen Rationalität benutzt."^[36] Und so tritt diese Dichotomie in unterschiedlichsten Maskierungen auf, etwa im Gegensatz Symbolismus-Konnektionismus der KI-Forschung oder in der medienpädagogischen Fragestellung des Für und Wider des Einsatzes von Com-

putern in der Schule sowie in der gesellschaftspolitischen Ethik-Debatte um die Genforschung, um nur einige wenige Beispiele zu nennen.

Vielleicht ist es auch die Angst vor der weiteren Entthronung und ein unbe-
wußtes Schützenwollen des Subjekts, das zu solcherart Vermeidung führt.
Dabei ist noch nicht einmal gefragt worden, was wir für diese Entthronung
bekommen mögen. Günther schreibt zum Thema des Neuen: "Es kann somit
keine historische Epoche geben, an deren Zukunftshorizont nicht schon ein
Neues wartet. Nur die undialektische Betrachtung der Geschichte will ihr ein
unüberholbares Ziel oder ein Jüngstes Gericht setzen. Die Dialektik des
Neuen aber garantiert uns – kraft ihrer rekursiven Natur – die ewige schöpferische
Offenheit des geschichtlichen Prozesses."^[37] Rudolf Kaehr konterka-
rierte diese Metapher der Entthronung des Subjekts in einem Interview
folgendermaßen: "In dem Sinn läßt sich vielleicht als Abrundung sagen, daß
die Vollendung des Systems Mensch – wenn ich's mal technisch sagen darf –
gegeben ist, erstens dadurch, daß er sich mit seiner Technik, die ihn generiert,
verwebt, verquickt Und dann würde überhaupt erst quasi das Leben der
Menschen anfangen."^[38]

Zur Theorie *Polykontexturaler Systeme*

Angenommen nun, alle Einheiten seien der Verbindung fähig und
voneinander nicht verschieden, so ergibt sich die mathematische Zahl,
und zwar als die einzige; dann aber ist es unmöglich, die Ideen der
Zahlen zu fassen...

Aristoteles

Um die wissenschaftstheoretische und technische Bedeutung der Günther-
schen Arbeiten im Kontext moderner Computer- und KI-Forschung etwas
herausarbeiten zu können, seien an den Anfang zwei Aussagen der modernen
Biologie über die Eigenschaften lebender Systeme gestellt, um dann im fol-
genden die strukturellen Voraussetzungen einer Theorie lebender Systeme zu
skizzieren.^[39] Da ist zunächst die These, daß sich lebende Systeme durch
ihre kognitiven Fähigkeiten auszeichnen:

*Lebende Systeme sind kognitive Systeme, und Leben als Prozeß
ist ein Prozeß der Kognition. Diese Aussage gilt für alle
Organismen, ob diese ein Nervensystem besitzen oder nicht.*^[40] (2)

Diese Aussage wird noch ergänzt durch die Feststellung, daß lebende
Systeme nicht nur autonom, sondern darüber hinaus auch noch organisa-
torisch geschlossen seien:

*Closure Thesis:
Every autonomous system is organizationally closed.
... organizational closure is to describe a system with no input
and no output ...* ^[41] (3)

Die moderne KI-Forschung berichtet heute voller Stolz über ihre neuesten
Kreationen, nämlich die der autonomen Agenten, die untereinander kommuni-
zieren und kooperieren, die auf ihre Umwelt reagieren, die lernen, und um
das alles leisten zu können, wie selbstverständlich über kognitive Fähigkeiten

verfügen.[⁴²] Vor dem Hintergrund der Aussage_(2) könnte man meinen, man habe es hier bereits mit Modellen lebender Systeme zu tun. Worüber allerdings bei diesen Kreationen nie gesprochen wird, ist das Phänomen der 'Geschlossenheit' (siehe Aussage_(3)). Eine ähnliche Situation findet man auch in der Neuroinformatik vor, wo über den erfolgreichen Entwurf künstlicher neuronaler Netze berichtet wird, die ihren Konstrukteuren zufolge über Lernfähigkeiten und damit verbunden über kognitive Fähigkeiten verfügen sollen, und die uns als autonome Modelle vorgestellt werden. Auch bei diesen Modellen wird auf das Problem der Geschlossenheit nicht eingegangen. Das könnte man auch gar nicht, denn die Modelle der Neuroinformatik sind ebenso wie die Modell-Agenten offene Systeme, d.h. es handelt sich, um es im Kontext der 'Closure Thesis' auszudrücken, um Input/Output-Systeme. Was bedeutet das?

Was hat man sich unter Geschlossenheit vorzustellen ?

Zunächst benötigen wir eine Arbeitshypothese, die uns eine Definition liefert über den Prozeß der Kognition. Hier bietet sich eine kybernetische Definition geradezu an:[⁴³]

Ein kognitives System ist ein lebendes (oder technisches) System, welches in der Lage ist, zwischen sich und seiner Umgebung (aus eigener Leistung) eine Unterscheidung treffen zu können. (4)

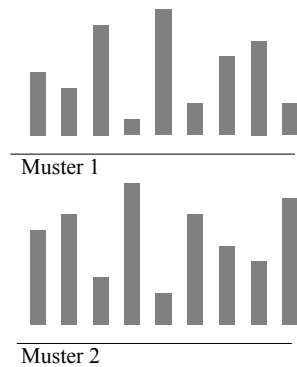
Betrachten wir zunächst ein physikalisches System, also beispielsweise einen fallenden Stein, dann hat dieses System nur vom Standpunkt des Beobachters aus gesehen eine Umgebung. Vom Standpunkt des Steins aus gesehen gibt es keine Umgebung, denn der Stein hat weder einen eigenen Standpunkt, noch ist er ein kognitives System. Die Sachlage verändert sich jedoch radikal, wenn wir zu lebenden Systemen als die zu beschreibenden Objekte übergehen. Ein Hund z.B. hat sowohl vom Standpunkt des Beobachters aus gesehen eine Umgebung – das hat er mit dem Stein gemeinsam – als auch vom Standpunkt des Hundes aus. Vom Standpunkt des Hundes aus sieht dessen Umgebung in aller Regel ganz anders aus als die vom Standpunkt des Beobachters des Hundes. Allerdings kann der Beobachter den Wahrnehmungsprozeß seines Objekts – im vorliegenden Beispiel ist das der Hund – selbst nicht wahrnehmen. Mit anderen Worten, er weiß nicht, was der Hund wahrnimmt. Das kann er vielleicht aus der Mimik oder sonstigen Äußerungen erraten, eine andere Möglichkeit gibt es nicht. Trotzdem findet ein kognitiver Prozeß statt, wie der Beobachter schnell merken wird, wenn er beispielsweise vom Hund angefallen und gebissen wird.

Übersetzen wir das zuletzt beschriebene Szenario einmal in die Technik. Ein Roboter in einem Automobilwerk, der Schrauben an der Karosserie befestigt, hat vom Standpunkt des Beobachters aus gesehen eine Umgebung, nämlich die Schrauben, das Regal in dem die Schrauben liegen, die Karosserie usw. Vom Standpunkt des Roboters aus gesehen sind die Schrauben, die Karosserie usw. jedoch Teile des Roboters, sie sind Teil des Roboterprogramms. Ohne dieses Programm wäre der Roboter nur ein Haufen Blech. Mit anderen Worten, für diesen Roboter existiert weder eine Umgebung noch ein Standpunkt. Er ist kein kognitives System.

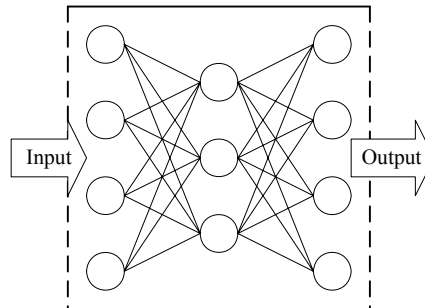
Nehmen wir jetzt einfach einmal an, wir hätten einen Roboter mit kognitiven Fähigkeiten, dann müßte dieser beispielsweise in der Lage sein, aus eigener Leistung zwischen den Schrauben, die ihn zusammenhalten, und den Schrauben im Regal, die er an der Karosserie anbringen soll, unterscheiden zu können. Das wäre schon deshalb wünschenswert, damit sich dieser Roboter nicht selbst auseinander schraubt. Hier sei nur angemerkt, daß es sich bei diesen Betrachtungen nicht um ein abstraktes Glimperlenspiel handelt. So ist z.B. das Immunsystem ein kognitives System, welches sehr wohl zwischen körpereigenen und körperfremden Eiweißen, zwischen 'Selbst' und 'Nicht-Selbst' unterscheiden kann.^[44] Geht diese Fähigkeit verloren, dann spricht man von Autoimmunerkrankungen.

Kehren wir zum Begriff der Geschlossenheit zurück und fassen zusammen, dann stellen wir fest, daß Geschlossenheit in zweierlei Weise, je nach Standpunkt, interpretiert werden kann. Zum einen können wir nicht wahrnehmen, wie unser Partner das Rot des gemeinsam beobachteten Sonnenuntergangs wahrnimmt. Wir können darüber zwar kommunizieren, das ist wohl wahr, aber das ist eine andere Geschichte. D.h. der kognitive Prozeß im Gegenüber ist uns nicht unmittelbar zugänglich. Anders gewendet, während ein Gegenstand für uns dann sichtbar erscheint, wenn von ihm Licht, also Energie, auf unser Auge fällt, erreicht uns vom kognitiven Prozeß des betrachteten Objektes ganz offensichtlich nichts. Das ist es jedoch nicht, was im allgemeinen mit 'Geschlossenheit' gemeint ist. Es ist die Geschlossenheit, die Zirkularität des Prozesses vom Standpunkt des kognitiven Systems aus, die gemeint ist. Dabei hat Geschlossenheit nichts, aber auch gar nichts mit geometrischer oder allgemein mit materialer Geschlossenheit zu tun, sondern mit der Selbstrückbezüglichkeit, der Selbstreferentialität, welche für diesen Prozeß der Kognition und, um es hier gleich vorwegzunehmen, für alle mentalen Prozesse charakteristisch ist. Selbstreferentialität führt zwangsläufig zu logischen Antinomien und Ambiguitäten – das ist eines der zentralen Probleme bei der mathematisch-logischen Beschreibung dieser Prozesse. Prozesse, welche – gemäß Aussage_(2) – lebende Systeme in ganz besonderer Weise auszeichnen. Es sind nicht die Stoffwechselfvorgänge der Biochemie, sondern es sind die sogenannten mentalen Prozesse, wie Erkennen (Kognition) und Wollen (Volition) oder wie Lernen, welche zu den genannten wissenschaftslogischen Schwierigkeiten ihrer Beschreibung führen.

Da man diese Prozesse jedoch nicht verändern kann, und ihre Beschreibung mit Hilfe der Denkwerkzeuge, wie sie von der Mathematik und Logik geliefert werden, zu logischen Zirkularitäten, also zu logischen Widersprüchen führen, gibt es nur drei Möglichkeiten, dieses Problem wissenschaftlich zu behandeln: a) Man ignoriert das Problem, wie es die heutige KI-Forschung tut, oder b) man leugnet das Problem – das gibt es auch! –, oder c) man versucht die Logik und Mathematik entsprechend zu erweitern. Diese dritte Variante ist der mühsame Weg, den der Logiker und Philosoph Gotthard Günther beharrlich und mit weitreichenden Folgen beschritten hat und den wir hier nur kurz skizzieren können.



Abbildung_1



Abbildung_2

Das folgende Beispiel soll die Probleme der Selbstreferentialität verdeutlichen. Dazu betrachten wir zwei Muster, wie sie in der Abbildung_1 gezeigt sind. Wir stellen uns weiterhin das Modell eines künstlichen neuronalen Netzes vor, wie es in der Abbildung_2 zu sehen ist. Solche neuronalen Netzmodelle können als Datenfilter interpretiert werden. Im betrachteten Beispiel sind die Daten durch die Muster, d.h. durch die Länge und die Anzahl der Striche gegeben. Legt man nun das Muster_1 am Eingang des Netzes an, so werden die Verbindungen zwischen den gezeigten Knoten im Netz durch den Algorithmus_1 (bewirkt durch die Anweisungen des Computer-Programms, die wir mit \underline{O}_1 bezeichnen wollen) solange verändert, bis am Ausgang das Muster_1 erscheint. Nach diesem Adaptionsprozeß, der von den Neuroinformatikern auch als Lernprozeß^[45]¹ oder je nach Modell als Selbstorganisation bezeichnet wird, kann von dem Netz nun auch ein gestörtes Muster noch richtig erkannt werden. Das ist sozusagen der "Charme" der Modelle neuronaler Netze. Nachdem also das Muster_1 gelernt ist, wird das Muster_2 angelegt. Dann lernt das Netz das Muster_2, d.h., die Zahlenwerte der Verbindungen zwischen den Knoten werden entsprechend verändert bis das Muster_2 gelernt ist. Dann kann das Netz jetzt auch ein gestörtes Muster_2 wiedererkennen. Damit haben sich aber die Werte der Verbindungen bezüglich des Musters_1 so verändert, daß dieses Muster nun wieder neu gelernt werden muß.² Man adaptiert das Netz dann wieder auf das Muster_1 und danach wieder auf Muster_2 und so fort.

Die entscheidende Frage dabei lautet: Lernt das Netz etwas über die Umkehrung, also über den Wechsel von Muster_1 nach Muster_2, und zwar ohne daß dies vorprogrammiert wurde? D.h. erreicht das Netz die Adaption der einzelnen Muster in kürzerer Zeit? Dieser in der Literatur als Umkehrungslernen diskutierte Prozeß^[46] setzt kognitive Fähigkeit des betrachteten Systems voraus, d.h. das Netz muß mindestens in der Lage sein, aus eigener

¹ Obwohl der Begriff "Lernen" von der Neuroinformatik in einem sehr eingeschränkten Maße verwendet wird, das wir nicht teilen, benützen wir der Einfachheit halber diesen Begriff in der folgenden Diskussion. Eine Kritik sowie Analyse kybernetischer Begriffe des Lernens findet sich in Refs. [45, 48].

² Es sei hier der Vollständigkeit halber angemerkt, daß man natürlich auch Netzmodelle entwerfen kann, die mehr als nur ein Muster lernen können. Das ist aber hier nicht das primäre Problem, das es zu lösen gilt, sondern es sind die strukturellen Besonderheiten des Umkehrungslernens, auf die es hier ankommt.

Leistung die beiden Muster voneinander zu unterscheiden. Im vorliegenden Fall der künstlichen neuronalen Netzmodelle, wie sie heute in der Neuroinformatik diskutiert werden, ist die Antwort auf die Frage sehr einfach: Die Netze lernen nichts über die Umkehrung des betrachteten Prozesses, da sie über keinerlei kognitive Fähigkeiten verfügen. Warum ist das so?

Um ein Modell zu entwerfen, welches Kognition leistet, muß – wenn wir bei dem Beispiel der Mustererkennung und dem Umkehrungslernen bleiben – das folgende Problem gelöst werden. Für den oben beschriebenen Prozeß der Adaption des Netzes führen wir folgende Abkürzungen ein:

$$\text{Algorithmus_1 : } \underline{\mathbf{O}}_1(\text{Muster_1}) = \underline{\mathbf{O}}_1 | \mathbf{O}_1 \quad (5)$$

und entsprechend für Muster_2

$$\text{Algorithmus_1 : } \underline{\mathbf{O}}_1(\text{Muster_2}) = \underline{\mathbf{O}}_1 | \mathbf{O}_2$$

Für den Gesamtprozeß des Umkehrungslernens ist nun folgende Grundstruktur von entscheidender Bedeutung:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Algorithmus_1 : } (\underline{\mathbf{O}}_1 | \mathbf{O}_1) \text{ ODER } (\underline{\mathbf{O}}_1 | \mathbf{O}_2) \\ \text{Algorithmus_2 : } \underline{\mathbf{O}}_1((\underline{\mathbf{O}}_1 | \mathbf{O}_1) \text{ ODER } (\underline{\mathbf{O}}_1 | \mathbf{O}_2)) \end{array} \right\} \quad (6)$$

Es müssen mindestens zwei Algorithmen³ simultan parallel miteinander agieren, um den Prozeß des Umkehrungslernens zu bewerkstelligen. Simultane Parallelität soll in (6) durch die geschweiften Klammern symbolisiert werden. Der Algorithmus_2 analysiert sozusagen die Relationen $(\underline{\mathbf{O}}_1 | \mathbf{O}_1)$ und $(\underline{\mathbf{O}}_1 | \mathbf{O}_2)$ sowie $((\underline{\mathbf{O}}_1 | \mathbf{O}_1) \text{ ODER } (\underline{\mathbf{O}}_1 | \mathbf{O}_2))$, d.h. er analysiert die Adaptionprozesse und deren Relationen zueinander.

Was erreicht werden soll, um dies noch einmal in Erinnerung zu rufen, ist eine Beschleunigung der Adaptionprozesse durch das sogenannte Umkehrungslernen, also eine Beschleunigung derjenigen Prozesse, die durch den Algorithmus_1 dargestellt bzw. modelliert werden. Mit anderen Worten, der Algorithmus_1 muß vom System als Folge des Umkehrungslernens (aus eigener Leistung) verändert werden – nicht mehr und nicht weniger ist gefordert. Das ist das Problem, welches gelöst werden muß, wenn Umkehrungslernen technisch realisiert werden soll.

Um zu verstehen, warum alle heute bekannten Algorithmen prinzipiell keine kognitiven Prozesse abbilden können, und damit das Umkehrungslernen mit diesen Modellen nicht funktionieren kann, muß zunächst geklärt werden, was man heute in der Informatik unter dem Begriff 'Algorithmus' versteht.

Unter einem **Algorithmus** versteht man eine endliche Folge von eindeutig bestimmten Elementarvorgängen, die den Lösungsweg eines Problems oder

³ Genau genommen sind es sogar mehr als zwei, nämlich insgesamt sechs simultan parallele Algorithmen, die miteinander interagieren müssen, um das Problem des Umkehrungslernens zu lösen. Da das prinzipielle Problem aber bereits mit nur zwei parallel simultan inter-agierenden Algorithmen auftritt, ist es an dieser Stelle schon aus Platzgründen nicht notwendig, mehr als zwei darzustellen.

den Ablauf eines Prozesses exakt und vollständig beschreiben. Man kann die Definition eines Algorithmus jedoch noch viel kürzer ausdrücken:[⁴⁷]

Alles was von einer TuringMaschine (TM) ausgeführt werden kann, wird als Algorithmus bezeichnet. (7)

Eine **TuringMaschine** (TM) ist das mechanische Modell des Computers.⁴ Die Bedeutung dieses universellen Maschinenmodells liegt beispielsweise darin, daß es sich als äquivalent zu allen bis heute bekannten Formalisierungen des Begriffs der Berechenbarkeit erwiesen hat. Mit anderen Worten: Alle bis heute bekannten Formalisierungen des Begriffs Algorithmus lassen sich konstruktiv in das Modell der TuringMaschine überführen und umgekehrt.

Entscheidend ist, daß jeder Prozeß, der sich mit Hilfe der TuringMaschine algorithmisch beschreiben läßt, immer **sequentiell**, d.h. Schritt für Schritt abläuft bzw. auf diese Weise adäquat beschrieben werden kann. Anders gewendet: Unsere intuitive Vorstellung dessen, wie wir uns einen Prozeßablauf, einen Algorithmus denkend vorstellen wollen, wird geprägt vom Prozeß des Zählens, und damit liegt dem Konzept der TM nicht nur die Konzeption der klassischen Logik, sondern auch die Konzeption der natürlichen Zahlen, der Peano Zahlen zugrunde. Jede natürliche Zahl hat genau einen Nachfolger und – sieht man einmal von der Null ab – auch nur genau einen Vorgänger. Das ist einer der Gründe für die Sequentialität aller heute bekannten Algorithmen. Das mag zunächst überraschen, denn man spricht in der Informatik auch von parallelen Prozessen und in diesem Zusammenhang natürlich auch von parallelen Algorithmen. Es läßt sich jedoch zeigen, daß alle bis heute bekannten parallelen Algorithmen sich in Form eines Turingschen Funktionsschemas darstellen und auf einer entsprechenden TM (sequentiell) realisieren lassen.

Das bedeutet, daß die Parallelität von Prozessen und Algorithmen, so wie wir sie uns heute noch denkend vorstellen und wie wir sie folgerichtig auf den uns heute zur Verfügung stehenden Computern auch nur so realisieren können, nur eine scheinbare Parallelität darstellt. Wenn also in der Relation (6) von **simultaner Parallelität** gesprochen wird, dann soll dies andeuten, daß es sich dabei um eine Parallelität von Prozessen handelt, die nicht mehr sequentiell abgebildet werden kann, ohne dabei etwas anderes, eine völlig andere Prozessualität darzustellen.

Sehen wir uns noch einmal den relativ einfachen Prozeß in dem Beispiel des Umkehrungslernens an. Dort wurde ja gefordert, daß infolge des Umkehrungslernens der Prozeß der Adaption, den wir als Algorithmus_1 bezeichnet hatten, eine Beschleunigung erfahren sollte. Dazu muß sich der

⁴ 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 (Steuereinheit) 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-Lese-Kopf) bewegt sich dann entweder nach links oder nach rechts. Nur diese beiden Richtungen gibt es.

Algorithmus aus eigener Leistung (sonst hat es nichts mit Lernen zu tun!) verändern, also umschreiben. Auf der Grundlage des Turingschen Paradigmas (7), welches besagt, daß der gesamte Prozeß (6) sequentiell auf eine *TM* abgebildet werden kann, ist die Forderung, daß der Algorithmus sich eigenständig verändern soll, unsinnig, d.h. es ist eine prinzipiell nicht erfüllbare Forderung. Wenn wir im Bilde des Turingschen Funktionsschemas bleiben, dann kann sich eine *TM* nicht aus sich heraus verändern, ohne – um es einmal etwas salopp auszudrücken – daß sich die *TM* in Folge eines Umbaus ihrer selbst vorübergehend abstellt, nach dem Motto, wegen Umbau vorübergehend geschlossen. Um das einzusehen, muß man nicht Informatik studiert haben. Das Problem dabei ist, daß sich die *TM*, um sich umzuprogrammieren, auf sich selbst rückbeziehen können muß.⁵ Das ist aber nicht möglich. In einem etwas anderen Zusammenhang hat dies Kurt Gödel schon 1931 für die Arithmetik gezeigt.⁶

Will man also erreichen, daß sich ein Algorithmus eigenständig verändert, sozusagen als eine Selbstorganisation von Algorithmen und Daten,⁷ dann sollte aus dem bisher Gesagten mittlerweile deutlich geworden sein, daß dafür simultan parallel inter-agierende *TMs* zwingend notwendig sind, die sich nicht mehr auf ein Turingsches Funktionsschema reduzieren und damit auf einer *TM* abbilden lassen. Das Ensemble dieser simultan parallel interagierenden *TMs*, also die Gesamtheit dieser *TMs*, ist dann allerdings keine *TM* mehr, wohl aber die einzelnen Teile. Die Summe der Teile (das sind die einzelnen *TMs*) ist mithin etwas anderes als die Funktionalität der Gesamtheit (der *TMs*). Wir wollen die Funktionalität der Gesamtheit im Folgenden als **Polylogische Maschine (PLM)** bezeichnen,^[48] um sie auch begrifflich von der klassischen *TM* unterscheiden zu können.

Wie sieht eine *PLM* konzeptionell aus?

Betrachtet man jede der *TMs* in dem Ensemble einer *PLM* als einen Strukturbereich, in dem alle Regeln der klassischen Logik und Mathematik gelten sollen, und bezeichnet man jeden dieser Bereiche als **Kontextur**, dann ist es

⁵ An dieser Stelle muß darauf hingewiesen werden, daß Selbstrückbezüglichkeit (Selbstreferenz) etwas völlig anderes ist als Rekursion. Rekursion kann heute praktisch mit allen Programmiersprachen realisiert werden. Dazu muß eine Programmiersprache nur 'blockorientiert' sein. Für Pascal Programmierer: eine *procedure* (in C entspricht das der *function*) ist jeweils ein Block, der sich *innerhalb eines Programms* selbst aufrufen kann. Das hat aber nichts mit Selbstreferentialität zu tun. Dazu müßte sich gesamte Programm selbst aufrufen und auf sich selbst beziehen können, das aber ist etwas völlig anderes.

⁶ Kurt Gödel (1906-1978). Betrachtet man die Aussage des Unvollständigkeitstheorems von Kurt Gödel aus dem Jahr 1931 im Kontext des Problems der Selbstreferentialität, dann hat Gödel mit seinem Unvollständigkeitstheorem gezeigt, daß Selbstreferentialität mit den Denkwerkzeugen der Mathematik, sprich der Arithmetik, nicht adäquat dargestellt werden können: "*Über formal unentscheidbare Sätze der Principia Mathematica und verwandter Systeme*".

⁷ Die heute in der KI-Forschung, der Neuroinformatik, der Physik oder im Konnektionismus diskutierte Selbstorganisation betrifft immer nur Veränderungen innerhalb der Menge der Daten und nicht die Veränderungen des Algorithmus (man beachte: Singular! – siehe dazu auch Relation (7)).

für die Inter-Aktion der verschiedenen *TMs* untereinander notwendig, daß diese verschiedenen Strukturbereiche, diese Kontexturen, nicht unvermittelt nebeneinander stehen, sondern über neue **i n t e r -k o n t e x t u a l** wirkende Operatoren miteinander vermittelt werden können. Solche Operatoren sind durch die Transjunktion gegeben, aber auch die inter-kontexturalen Negationen von Kontexturen sind logische Operatoren, die nur inter-kontextural, also zwischen verschiedenen Kontexturen einen Sinn ergeben. Solche Operatoren kann es in einer mono-kontexturalen Logik nicht geben. Alle uns heute bekannten Logik-Konzeptionen – wie die Aussagenlogik, die Prädikatenlogik erster oder höherer Stufe, die Modal- oder die Zeitlogik, die probabilistischen Logiken, die nicht-monotonen oder die parakonsistenten Logiken usw. – gehören in die Klasse der mono-kontexturalen Logik-Konzeptionen. Die Polykontexturallogik kann man als einen vernetzten parallelen Kalkül auffassen, der notwendig, jedoch noch nicht hinreichend ist, um simultane Parallelität mit Hilfe von *TMs* im Sinne der oben benannten *PLM* zu realisieren.

Wie oben bereits angedeutet, ist einer der Gründe für unsere Präferenz sequentiell beschriebener Prozeß-Modelle bereits im Prozeß des Zählens selbst angelegt und damit in der Konzeption der linearen Sequenz der natürlichen Zahlen zu suchen.^[49]⁸ Es überrascht daher nicht, daß zur Theorie polykontexturaler Systeme nicht nur der Kalkül, die Polykontexturallogik, sondern auch eine mehrdimensionale Leerschriftstellenstruktur entwickelt werden mußte, in welcher die Kontexturen jeweils eingeschrieben und damit indiziert werden können, ohne dabei die Sequenz einer Perlenschnur anzunehmen. Diese Leerschriftstellenstruktur fundiert sich in der Keno- und Morphogrammatik und spiegelt sich in dem polykontexturalen System der Kenoarithmetik sowie den qualitativen Zahlen wider.^[50] Letztere sind flächige Zahlen, bei denen nicht der Wert, also die Quantität von Bedeutung ist, sondern bei denen die Struktur, das Muster jeweils charakteristisch ist. In der Theorie der Polykontexturalität sind es demzufolge nicht die Werte, wie in der klassischen Logik, die von Bedeutung sind, sondern die Leerstrukturen, die Kenogramme, die Muster, die mit 'Werten' (Indizes) besetzt (indiziert) oder eben nicht besetzt (indiziert) werden können.

Entscheidend für die hier vorliegende Einführung ist es, festzuhalten, daß aufgrund der von Gotthard Günther und in der Folgezeit von Rudolf Kaehr weiterformalisierten Leerschriftstellenstrukturen, basierend auf der von ihnen entwickelten Keno- und Morphogrammatik, sowie mit Hilfe des parallel vernetzten Kalküls der Polykontexturallogik, ein Kalkül, der von Günther erst in den 70er Jahren in die Wissenschaft eingeführt wurde, ein theoretisches Fundament – die Theorie der Polykontexturalität – entstanden ist, welches die Basis für eine polylogische Maschine (*PLM*) bildet, die sich nicht mehr als Turingsches Funktionsschema darstellen und auf eine universelle *TM* ab-

⁸ Auf die Sequentialität unserer Sprache und den Zusammenhang von Sprache und Denken oder von Sprache und Schrift kann hier nicht eingegangen werden, siehe dazu Ref. [49]

Auch auf die Konzeption von Mehrzeitigkeit, wie es aus der Theorie der Polykontexturalität notwendigerweise folgt, kann hier nicht eingegangen werden. Das würde den Rahmen einer Einführung sprengen, siehe dazu Ref. [49].

bilden läßt. Damit ist es prinzipiell möglich, simultane Parallelität technisch zu realisieren.

Cognition and Volition – *Erkennen und Wollen*

In jeder reinen Naturlehre ist nur soviel an eigentlicher Wissenschaft enthalten, als Mathematik in ihr angewandt werden kann.

Kant (1724-1804)

In der Aussage_(2) wurde Leben mit Kognition gleichgesetzt. Das ist so ziemlich der kleinste mögliche Nenner. Eine derartige Definition für Leben – als Techniker würde man besser von einer Arbeitshypothese sprechen – ist nur dann gerechtfertigt, wenn man davon ausgeht, daß auch Pflanzen zu den lebenden Systemen gezählt werden müssen. Da diese Aussage von Biologen stammt, kann man davon ausgehen, daß sie dieses im Sinne hatten. Für höhere Lebewesen wie Tiere oder Menschen, also für alle Lebewesen, die sich fortbewegen können, ist eine derartige Definition von Leben zu kurz gegriffen, denn es fehlt der Wille (Volition).

Es ist beinahe schon verräterisch für den Zustand einer Gesellschaft, in welcher der Begriff des Subjekts von Soziologen abgeschafft und durch den Begriff 'System' ersetzt wird, gleichzeitig eine biologistische Terminologie kritiklos in die Gesellschaftswissenschaft eingeführt und dabei übersehen wird, daß kognitive Prozesse ohne volitive Prozesse einfach nicht denkbar sind. Beide Prozesse bedingen sich wechselseitig. Eine Theorie des Handelns ist ohne eine Theorie der Subjektivität, eine Theorie des Erkennens oder eine Theorie der Qualitäten nicht denkbar. Spätestens seit dem Erscheinen von Günthers *Cognition and Volition* im Jahr 1979 in der Reihe *Beiträge... II* hätte es dem Soziologen Niklas Luhmann auffallen müssen, daß seine Systemtheorie lediglich eine *Flucht in die Paradoxie* darstellt, wie es Walter L. Bühl^[51] so treffend beschreibt, sozusagen eine Flucht, zu der Luhmann durch eine unterlassene Denkanstrengung genötigt worden ist, das gilt insbesondere für die Heerscharen seiner Epigonen.

Tolle numerum omnibus rebus et omnia
pereunt – Nimm allem die Zahl und es zerfällt
Isidorus von Sevilla (um 600)

In dem 1999 erschienenen Buch^[52] *Understanding Intelligence*, welches schon im Vorspann ankündigt,

"...this book presents all the background knowledge required for understanding the fundamental principles underlying intelligence ...",

taucht auf mehr als 700 Seiten der Name von Warren St. McCulloch nur beiläufig in einem Nebensatz und der von Gotthard Günther überhaupt nicht auf. McCulloch deswegen, weil er es war – wie eingangs schon erwähnt –, der den Begriff der Heterarchie in die Wissenschaft eingeführt hat. Heterarchie bedeutet soviel wie Nebenordnung. Heterarchische, also nebengeordnete Strukturen können sich immer nur auf Prozesse beziehen und niemals auf Gegenstände, das gilt übrigens auch für hierarchische Strukturen.

Wenn man also von einer hierarchischen Organisationsstruktur spricht, dann sind immer Prozesse gemeint, die innerhalb einer solchen Organisation ablaufen, also beispielsweise die Struktur der Kommunikationsprozesse. McCulloch hat diesen Begriff ursprünglich eingeführt, um Prozesse in neuronalen Netzen zu beschreiben, die sich nicht ausschließlich hierarchisch interpretieren lassen.^[53] In der Folgezeit wurde nicht nur gezeigt, daß die verschiedenen Prozesse der Sinneswahrnehmung nicht in höhere und niedrigere eingeteilt werden können, d.h., das Sehen dominiert nicht die Tastwahrnehmung und umgekehrt und so fort, sondern es wurde auch gezeigt, daß Sensorik und Motorik sich wechselseitig bedingen: "Den Tastsinn in Ruhe zu untersuchen, ist fast so, als wollte man die Leistungen der Beinmuskulatur ermitteln, nachdem man das Bein in einen Gipsverband gelegt hat ...", so schreibt der Physiologe David Katz in seiner 1925^[54] publizierten Abhandlung *Der Aufbau der Tastwelt*. Heute gehört dies zum Standardwissen der Physiologen und ist unumstritten. Was jedoch offen bleibt, ist die Frage nach der Struktur einer solchen Prozessualität, denn wenn sie nicht hierarchisch beschreibbar ist, dann kann sie nur heterarchisch sein oder sich als ein Wechselspiel von heterarchischen und hierarchischen Prozessen manifestieren. Man sollte meinen, daß sich dafür gerade die KI-Forschung interessiert, wenn sie fordert:^[55]

Like traditional artificial intelligence, embodied cognitive science has as its goal understanding intelligence by building artifacts. Because intelligence is "embodied," we need to build physical things: robots.

Die KI-Forschung interessiert sich aber immer noch nicht für diese Problematik, denn wie wir weiter oben ausgeführt haben, lassen sich alle algorithmisch darstellbaren Prozesse in einem Turingschen Funktionsschema aufschreiben, und das bedeutete nichts anderes als eine sequentielle Abfolge der einzelnen Schritte dieser Prozesse. Nun ist aber die Struktur aller sequentiellen Prozesse streng hierarchisch, das ist sozusagen die Hierarchie schlechthin. Auf den heutigen Computern sind mithin also nur – und das kann gar nicht oft genug betont werden – hierarchisch strukturierte Prozesse modellierbar. Damit sind nicht nur die heutigen Computer, sondern es ist vor allem die gesamte Konzeption der Turingmaschine und mit ihr der Begriff des Algorithmus, für eine Modellierung und Simulation kognitiver und volitiver Prozesse prinzipiell nicht geeignet. Somit steht das Programm der "*embodied intelligence*" oder der "*embodied cognitive science*", wie es heute auf den Schild der KI-Forschung gehoben wurde, auf sehr tönernen Beinen, insbesondere dann, wenn das wissenschaftslogische Problem noch nicht einmal im Ansatz erkannt worden ist. In dem zitierten Buch *Understanding Intelligence* wird dieser Problematik keine Zeile gewidmet. Folgerichtig kommt der Begriff 'Logik' nur einmal – sozusagen in einem Nebensatz – vor, und der Begriff der 'Heterarchie' erscheint ebensowenig wie der Begriff 'Volition'. Auch die Tatsache, daß kognitive und volitive Prozesse sich wechselseitig bedingen, daß man sie nicht einzeln, nicht separat behandeln kann, dies alles hat sich in der KI-Forschung bis heute noch nicht herumgesprochen. Das gilt übrigens auch für die Beiträge der Gegenwartsphilosophie. In dem etwa 800 Seiten umfassenden Buch *Bewußtsein*^[56] wird diese wissenschaftslogische Problematik mit keinem Wort angesprochen. Das ist einer der Gründe, warum wir für die

Neuaufgabe von *Das Bewußtsein der Maschinen die Arbeit Cognition and Volition* von Gotthard Günther aus dem Jahr 1971^[57] mit aufgenommen haben, zumal sie in der deutschen Version als Langfassung in Buchform bisher noch nicht publiziert worden ist.

Witten & Neuss, im Juli 2002

Eberhard von Goldammer
Joachim Paul

Literatur

Einige der im folgenden aufgelisteten sowie Arbeiten zum Thema der 'Polykontextualität', die hier nicht zitiert werden konnten, sind digital im Internet unter

<https://www.vordenker.de> und <http://www.thinkartlab.com>

zu finden.

-
- ¹ G. Günther, *Maschine, Seele und Weltgeschichte*, in: Beiträge zu einer operationsfähigen Dialektik, Band 3, S.211-235, Felix Meiner Verlag, Hamburg, 1980
 - ² G. Günther, *Selbstdarstellung im Spiegel Amerikas*, in: Philosophie in Selbstdarstellungen II, L.J. Pongratz, Hrsg., Felix Meiner Verlag, Hamburg, 1975.
 - ³ R. Kaehr und J. Ditterich, *Einübung in eine andere Lektüre, Diagramm einer Rekonstruktion der Güntherschen Theorie der Negativsprachen*, Philosophisches Jahrbuch, 86. Jhg., 1979, S. 385-408.
 - ⁴ G. Günther, *Das Problem einer transklassischen Logik*, in: Beiträge zur Grundlegung einer operationsfähigen Dialektik, Band 3, Felix Meiner, Hamburg, 1980, p.87.
 - ⁵ Meyers grosses Taschenlexikon, 2. überarb. Auflage, Mannheim, Wien, Zürich, 1987, Bd. 12, S. 296.
 - ⁶ N. Wiener, *Cybernetics: or Control and Communication in the Animal and the Machine*, MIT Press, Cambridge Mass., 1948.
 - ⁷ A.-M. Ampère, *Essai sur la philosophie des sciences ou exposition naturelle de toutes les connaissances humaines*, Absatz 'Sur le mot "cybernétique"', Paris 1834.
 - ⁸ H. von Foerster, *Epistemologie und Kybernetik*, Rückblick und Ausblick, ein Fragment, in: *Kybernetik*, Merve Verlag Berlin, 1993, S. 115.
 - ⁹ W.R. Ashby, *Design for a Brain*, New York 1952, S. 11.
 - ¹⁰ W.R. Ashby, *Einführung in die Kybernetik*, S. 7.
 - ¹¹ W.St. McCulloch & W. Pitts, *A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity*, Bull. Math. Biophys., 5, 1943, p. 115-133, Abdruck in: *Embodiments of Mind*, Warren S. McCulloch, MIT Press, Cambridge Mass., 1970.
 - ¹² W.St. McCulloch, *A Hierarchy of Values Determined by the Topology of Nervous Nets*, Bull. Math. Biophys., 7, 1945, p. 89-93, Abdruck in: *Embodiments of Mind*, Warren St. McCulloch, MIT Press, Cambridge Mass., 1970.
 - ¹³ G. Günther, *Identität, Gegenidentität und Negativsprache*, Vortrag: Internationaler Hegel-Kongress, Belgrad 1979, Hegeljahrbücher 1979, p. 22-88.
 - ¹⁴ H. von Foerster, *Begegnung mit Gotthard Günther*, Interviewauszug in, Gotthard Günther, *Lebenslinien der Subjektivität – Kybernetische Reflexionen*, Audio-CD, Supposé, Köln, 2000.

-
- ¹⁵ G. Günther, *Selbstdarstellung im Spiegel Amerikas*, in: Philosophie in Selbstdarstellungen II, Felix Meiner, Hamburg 1975, S.31f.
- ¹⁶ G. Günther, *Number and Logos – Unforgettable Hours with Warren S. McCulloch*, in: Realitäten und Rationalitäten, (R. Kaehr & A. Ziemke, Hrsg.), in: Selbstorganisation, Jahrbuch für Komplexität in den Natur-, Sozial- und Geisteswissenschaften, Bd. 6, Duncker & Humblot, Berlin, 1995, S. 318-348.
- ¹⁷ Siehe 16, a.a.O., S. 327.
- ¹⁸ C. Longyear, *Towards a Triadic Calculus*, I-III, Journal of Cybernetics, 1972, pp. 50-65, 7-25 und 51-78.
- ¹⁹ G. Günther und C. Baldus, *Phaidros und das Segelflugzeug - Von der Architektonik der Vernunft zur technischen Utopie, Gespräche mit Gotthard Günther*, in: Das Abenteuer der Ideen, Architektur und Philosophie seit der industriellen Revolution, Internationale Bauausstellung, Berlin 1987, S. 69-83.
- ²⁰ Kant, *Kritik der reinen Vernunft*, S. 370ff, Digitale Bibliothek Band 2: Philosophie, S. 24010 (vgl. Kant-W Bd. 3, S. 285)
- ²¹ J. Castella, *Zur Sprach- und Schriftkonzeption bei Günther*, Vortrag im Rahmen des Seminars: "Grenzen des Metamodells und seine Entgrenzung durch die Polykontexturale Logik." 14.-16.6.1996, Ltg. R. Kaehr, Bildungsstätte Hoedekenus, Winzenburg, 15.06.1996 – siehe auch: : www.techno.net/pkl/winzen.htm
- ²² Siehe 16, a.a.O., S. 324.
- ²³ Hegel, *Phänomenologie des Geistes*, S. 61. Digitale Bibliothek Band 2: Philosophie, S. 38817, vgl. Hegel-W Bd. 3, S. 53)
- ²⁴ G. Günther, *Das Ende des Idealismus und die letzte Mythologie*, unveröffentlichtes Manuskript (Fragment), Staatsbibliothek Berlin - Preußischer Kulturbesitz, Handschriftenabteilung, Nachlass Nr.196, Gotthard Günther, Mappe 268.
- ²⁵ G. Günther, *Grundzüge einer neuen Theorie des Denkens in Hegels Logik*. Meiner: Leipzig 1933.
- ²⁶ Siehe 3.
- ²⁷ Siehe 16.
- ²⁸ R. Kaehr, *Neue Tendenzen in der KI-Forschung, Metakritische Untersuchungen über den Stellenwert der Logik in der neueren Künstlichen-Intelligenz-Forschung*, Stiftung Warentest, 1980.
- ²⁹ A. Bammé, *Wider das Ende der Geschichte - Der andere Gotthard Günther*, in: Realitäten und Rationalitäten, in: Selbstorganisation,(R. Kaehr & A. Ziemke, Hrsg.), Jahrbuch für Komplexität in den Natur-, Sozial- und Geisteswissenschaften, Bd. 6, Duncker & Humblot, Berlin, 1995, S. 299-315.
- ³⁰ G. Günther, *Die amerikanische Apokalypse*, aus dem Nachlass herausgeg. v. Kurt Klagenfurt, München, Wien, 2000.
- ³¹ R. Kaehr, *Einschreiben in Zukunft*, publiziert in: ZETAH 01, Zukunft als Gegenwart, Rotation Zukunft, Berlin 1982.
- ³² M. Bense, *Kybernetik oder Die Metatechnik einer Maschine*, in: Kursbuch Medienkultur, (C. Pias et al, Hrsg.), Stuttgart 1999.
- ³³ V. Flusser, *Vom Subjekt zum Projekt. Menschwerdung*, Mannheim 1994.
- ³⁴ P. Sloterdijk, *Amphibische Anthropologie und informelles Denken, Gelassenheit und Mehrwertigkeit*, in: Peter Sloterdijk, Hans-Jürgen Heinrichs, *Die Sonne und der Tod, Dialogische Untersuchungen*, Suhrkamp, Frankfurt a.M., 2001, S. 351 ff.
- ³⁵ M. Pauen, *Grundprobleme der Philosophie des Geistes*, Frankfurt am Main, 2001.
- ³⁶ Siehe 15, a.a.O, S. 51.

-
- ³⁷ G. Günther, *Die historische Kategorie des Neuen*, Hegel-Jahrbuch 1970, 34-61, auch in: *Beiträge zu einer operationsfähigen Dialektik*, Band III, S.183-210, Felix Meiner, Hamburg, 1980.
- ³⁸ R. Kaehr & T. Schmitt, *FREISTIL, oder die Seinsmaschine, Mitteilungen aus der Wirklichkeit*, Interview, WDR, Köln, 1993.
- ³⁹ Eine ausführlichere Darstellung des Problems findet sich in:
 E. von Goldammer & R. Kaehr, *Problems of Autonomy and Discontextuality in the Theory of Living Systems*, in: Informatik-Fachberichte 275 der GI; Analyse dynamischer Systeme in Medizin, Biologie und Oekologie (D.P.F.Moeller & O.Richter, eds.), Springer Verlag, Berlin, 1990; p.3-12.
 Kaehr, R., *Zur Logik der 'Second Order Cybernetics' - Von den 'Laws of Form' zur Logik der Reflexionsform*, in: *Kybernetik und Systemtheorie – Wissenschaftsgebiete der Zukunft?*, (E. von Goldammer, H. Spranger, S. Fuchs, Hrsg.), ICS-Symposium, Dresden 1991.
 E. von Goldammer & J. Paul, *Autonomie in Biologie und Technik*, in: *Selbstorganisation – Jahrbuch für Komplexität in Natur-, Sozial- und Geisteswissenschaften*, Band 6: "Realitäten und Rationalität" (A. Ziemke und R. Kaehr, Hrsg.), Duncker & Humblot, Berlin 1995, p.277-298.
- ⁴⁰ H. Maturana & F. Varela, *Autopoiesis: The Organization of the Living*, in: *Autopoiesis and Cognition*, Boston Studies in Philosophy of Science, Vol. 42, p.63-134, (M.S.Cohen, M.W. Wartofsky, eds.) D. Reidel Publ., Dodrecht 1972.
- ⁴¹ F. Varela, *Principles of Biological Autonomy*, in: *General Systems Research* (G. Klir, ed.), Vol.II, North Holland Publ., Amsterdam, 1979.
- ⁴² S. Franklin & A. Graesser, *Is it an Agent or just a program?*, in: *Proc. 3rd Int. Workshop on Agent Theories, Architectures, and Languages*, Lecture Notes in AI, Springer, Berlin, 1996, p.1193.
 N. Saam & B. Schmidt (Hrsg.), *Cooperative Agents; Applications in the Social Sciences, Theory and Decision Library Series A Volume 32*; Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London, 2001.
- ⁴³ Siehe dazu:
 G. Günther, *Das Problem einer transklassischen Logik*, in: *Beiträge zur Grundlegung einer operationsfähigen Dialektik*, Band 3, Felix Meiner Verlag, Hamburg 1980, p.73-94.
 G. Bateson, *Die logischen Kategorien von Lernen und Kommunikation*, in: *Ökologie des Geistes*, Suhrkamp Verlag, Frankfurt 1985, p.362-399.
- ⁴⁴ 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.
- ⁴⁵ 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.
- ⁴⁶ siehe z.B.: G. Bateson, *Ökologie des Geistes*, Suhrkamp, Frankfurt 1985.
- ⁴⁷ Weitere Einzelheiten über Algorithmen und TuringMaschinen, siehe z.B.:
 Duden – Sachlexikon für Informatik, Dudenverlag, Mannheim 1993.
- ⁴⁸ E. von Goldammer & R. Kaehr, *'Lernen' in Maschinen und lebenden Systemen*, in: *Design & Elektronik*, März 89, p. 146-151.
- ⁴⁹ E. Kronthaler, *Alphabet und Ideogramm zum Verhältnis von Lautschrift / Ideeschrift*, *semiosis* 19 Heft 3, 1980.
 E. Kronthaler, *ZAHL - ZEICHEN – BEGRIFF metamorphosen und vermittlungen*, *Semiosis* - Jg.17, 1992, p. 282-302.
 E. Kronthaler, *sätze und gegensätze*, in: *Signum um Signum: Elisabeth Walther-Bense zu Ehren* (U. Bayer, Hrsg), *semiosis* 22/23, H.85/90, 1997, p.259-273.

-
- E. von Goldammer, *ZEIT-MEHRZEITIGKEIT-POLYRHYTHMIE oder das polylogische orchestrion*, in: "Theorie-Prozess-Selbstreferenz — Systemtheorie und transdisziplinäre Theorienbildung" (Nina Ort & Oliver Jahraus, Hrsg.), UVK Verlagsgesellschaft, Konstanz 2003, p. 129-185.
- ⁵⁰ R. Kaehr, *Materialien zur Formalisierung der dialektischen Logik und der Morphogrammatik 1973-1975*, in: G. Günther, *Idee und Grundriß einer nicht-Aristotelischen Logik*, Felix Meiner Verlag, Hamburg, ²1978.
- E. Kronthaler, *Grundlegung einer Mathematik der Qualitäten*, [Dissertation, Stuttgart (Prof. Max Bense)] 1981, Verlag Peter Lang 1986.
- R. Kaehr & Th. Mahler, *Morphogrammatik - Eine Einführung in die Theorie der Form*, KBT, Heft 65, 251 S., Klagenfurt 1994.
- ⁵¹ W. L. Bühl, *Luhmanns Flucht in die Paradoxie*, in: *Die Logik der Systeme: Zur Kritik der systemtheoretischen Systemtheorie von Niklas Luhmann*, (P.-U. Merz-Benz & G. Wagner, eds.), Universitätsverlag Konstanz, 2000, p. 225-256.
- ⁵² R. Pfeifer & Ch. Scheier, *Understanding Intelligence*, The MIT Press, Cambridge Massachusetts, 1999.
- ⁵³ Siehe 12.
- Eine Reinterpretation der McCullochschen Arbeit im Kontext der Güntherschen Arbeiten findet sich unter:
- R. Kaehr, R. & E. von Goldammer, *Again Computers and the Brain*, *Journal of Molecular Electronics* Vol. 4 S31-S37, 1988.
- ⁵⁴ D. Katz, *Der Aufbau der Tastwelt*, *Zeitschrift für Physiologie*, Ergänzungsband 11, Leipzig, 1925.
- ⁵⁵ Siehe 52.
- ⁵⁶ Th. Metzinger (Hrsg.), *Bewußtsein – Beiträge aus der Gegenwartsphilosophie*, Paderborn, ²1996.
- ⁵⁷ G. Günther, *Cognition and Volition. A Contribution to a Theory of Subjectivity*, gekürzte Fassung in: *Cybernetics Technique in Brain Research and the Educational Process*, 1971 Fall Conference of American Society for Cybernetics, Washington D.C., 119-135.

Abgedruckt in: Gotthard Günther "Das Bewusstsein der Maschinen"

copyright © 2002

AGIS Verlag GmbH
Postfach 22 20
76492 Baden-Baden
info@agis-verlag.de

This material may be freely copied and reused, provided the author and sources are cited