

Arbeitstext: Rudolf Kaehr u.a. [*] 

Polykontexturale Logik

Zur Konzeption, Formalisierung und Validierung

1 Das Problem der Logik

Seit der Einführung der Quantenmechanik in die Physik sind in einer Reihe von naturwissenschaftlichen Disziplinen in zunehmendem Maße das traditionelle Rationalitätsverständnis sowie die formalen Methoden der Naturwissenschaften kritisch hinterfragt worden.

In zahlreichen Diskursen und Untersuchungen wurden die Begrenztheit und die Unzulänglichkeit der klassischen formalen Methoden im Umgang mit komplexen, selbstreferentiellen, autopoietischen Systemen aufgezeigt.

Seit Ende der 60er Jahre gibt es eine zunehmende Anzahl alternativer paradigmatischer Entwürfe, die um eine Lösung der Probleme des klassischen Objektivitätsparadigmas bemüht sind. Keiner dieser Richtungen ist es jedoch bis heute gelungen, ein – allgemein akzeptiertes – operationsfähiges formales Instrumentarium zu entwickeln.

Ein (natur)wissenschaftliches Paradigma, das nicht in der Lage ist, formale Methoden für die empirische Forschung anzugeben, bleibt hinter den Errungenschaften des klassischen dualistischen Paradigmas zurück, das sich der aristotelischen Logik und der auf ihr fußenden Mathematik bedient; es ist außerdem der Gefahr subjektiver Beliebigkeit, der Ideologisierung, der Ineffektivität und Nicht-Tradierbarkeit ausgesetzt.^[1]

Parallel zu den konzeptionellen und paradigmatischen Arbeiten existieren in der mathematischen Forschung des 20. Jahrhunderts zahlreiche Studien, in denen die Möglichkeiten einer Erweiterung der klassischen formalen Methoden untersucht werden. Da die Logik das tiefste Fundament der Mathematik bildet, hat es auf dem Gebiet der Logik-Grundlagenforschung vielfältigste Entwürfe und Untersuchungen alternativer Logikkonzeptionen gegeben.

Die von Günther und Kaehr entwickelte *Theorie polykontexturaler Systeme* (TPS) geht von einer grundlegenden Kritik und Neuformulierung der ontologischen Grundannahmen der klassischen Logik aus.

Kaehr wies bereits in den 70er und 80er Jahren auf die Kompatibilität der TPS zu den bedeutendsten tendenziell trans-klassischen Paradigmen wie der Theorie autopoietischer Systeme bzw. dem Holismus hin. Die TPS ist daher als Instrumentarium zur Formalisierung der transklassischen Theorien geeignet. Nach Ansicht von Gordon Pask und Heinz von Foerster

* aus: Rudolf Kaehr: *Zur Dekonstruktion der Techno-Logik—Hinführungen zur Graphematik*. Dies ist eine Zusammenfassung von Texten, die im Rahmen des Forschungsprojekts »Theorie komplexer biologischer Systeme—Autopoiesis und Polykontexturalität: Formalisation, Operativierung und Modellierung« entstanden sind. URL: <http://www.thinkartlab.com/pkl/media/DISSEM-final.pdf>

Teile des vorliegenden Arbeitstextes waren in dem Projektantrag aus dem Jahr 1986 enthalten. Der Antrag wurde von der Volkswagenstiftung (Wettbewerb Biowissenschaften, Leitung: Dr. Rudolf Kaehr und Prof. Dr. Eberhard von Goldammer) im Jahr 1987 bewilligt und gefördert.

Da der Text etwas über die Zielsetzungen, die Entstehungsgeschichte des Projekts sowie etwas über den Stand der Forschung im Jahr 1986 aussagt, wurde er in die Sammlung *Zur Dekonstruktion ...* aufgenommen.

¹ Anmerkung_evgo (aug.'07): Die anthroposophisch orientierten Wissenschaftsansätze sind dafür ein gutes Beispiel. Dort werden formale Methoden in aller Regel pauschal kritisiert aber nie konstruktiv hinterfragt. Damit verbleiben diese Lösungsansätze in einer wissenschaftlich völlig unverbindlichen idealistischen Position stecken – ein neuer Wissenschaftsansatz wird dabei nicht kreiert. Siehe dazu unter anderem: Helmut Kiene, *Grundlinien einer essentialen Wissenschaftstheorie—Die Erkenntnistheorie Rudolf Steiners im Spannungsfeld moderner Wissenschaftstheorien—Perspektiven essentialer Wissenschaft*, (herausgegeben von der Universität Witten/Herdecke als Beitrag zum Studium fundamentale), Urachhaus, 1984.

stellt sie darüber hinaus die aktuell am weitesten entwickelte formale Theorie transklassischer Systeme dar. Von Foerster weist daher auf die Notwendigkeit sowohl einer weiteren formalen und konzeptionellen Ausarbeitung, als auch auf einen umfassenden Vergleich zu anderen grundlagenorientierten modernen Tendenzen hin.

2 Die Arbeiten am BCL

Am *Biological Computer Laboratory* (BCL) der Universität von Illinois entstanden in der Zeit von 1956 bis 1974 unter anderen die *Second Order Cybernetics* (SOC) [2], die *Theorie Autopoietischer Systeme* (TAS) [3] und die *Polykontexturale Logik* (PKL) [4]. Darüber hinaus wurden am BCL bedeutende Pionierarbeiten zur Kybernetik, Systemtheorie, Selbstorganisationstheorie und des Konnektionismus geleistet. Die frühen Arbeiten Maturanas zur TAS sowie die wichtigsten Arbeiten Günthers entstammen der gemeinsamen Forschungen am BCL.

Im Umfeld der Rezeption und Diskussion der Arbeiten zur TAS und SOC hat eine umfangreiche Auseinandersetzung mit den am BCL durchgeführten Arbeiten begonnen [BCL76].

Da die frühen grundlegenden Arbeiten zur PKL und TAS zeit- und raumgleich am BCL entstanden sind, verspricht eine Rekonstruktion dieser Forschungen vertiefende Einblicke in deren inhaltliche Zusammenhänge und den wissenschaftlichen Hintergrund ihrer gemeinsamen Entstehung.[5]

Der Grund des zunehmenden Interesses an der SOC, der TAS und der PKL dürfte in der – diesen Theorien zugrundeliegenden – gemeinsamen Kritik der formalen Methoden der Mathematik und Logik sowie den Versuchen einer Erweiterung der klassischen Methoden zu finden sein.

Diese Kritik geht schon auf die Auseinandersetzungen von Hegel und Fichte mit den Verfahren der Mathematik und Logik zurück. Die Relevanz dieser philosophischen Untersuchungen besteht darin, daß sie die im 20. Jahrhundert in zunehmendem Maße zutage tretenden Probleme der naturwissenschaftlichen Disziplinen vorwegnehmend auf die Struktur der von den Naturwissenschaften verwendeten formalen Methoden zurückführen.

So rührt beispielsweise die von der SOC thematisierte Beobachter-Problematik daher, daß die Wechselwirkung eines Beobachters mit der von ihm beobachteten Welt eine fundamental selbstreferentielle nicht ohne Komplexitätsverlust reduzierbare Ganzheit darstellt, weil der Beobachter stets auch Teil seiner Beobachtungswelt ist. Die Probleme bei der formalen Beschreibung dieser Situation beruhen nach der angeführten Kritik auf der Unfähigkeit klassischer formaler Methoden, selbstreferentielle Systeme widerspruchsfrei abzubilden.

Selbstreferentielle Strukturen sind in der Mathematik und Logik als Paradoxien, Antinomien und als *circuli vitiosi* bekannt, die sich in klassischen Kalkülen als syntaktisch wohlgeformte Ausdrücke erzeugen lassen, denen jedoch im Rahmen der Fixpunkt-Semantiken keine Werte aus einer semantischen Domäne zugeordnet werden können. Aufgrund dieser Nichtevaluierbarkeit ist die klassische Mathematik stets bemüht gewesen, selbstreferentielle Strukturen aus

2 Verbunden vor allem mit den Namen: Heinz von Foerster, Lars Löfgren und Gordon Pask

3 Verbunden vor allem mit den Namen: Humberto Maturana und Francisco Varela

4 Verbunden vor allem mit dem Namen: Gotthard Günther

5 Das war eines der Ziele des Forschungsprojekts »Theorie komplexer biologischer Systeme—Autopoiesis und Polykontexturalität: Formalisation, Operativierung und Modellierung«

ihrem Beschreibungsbereich schon syntaktisch auszuschließen, wie es sich etwa die Theorie der logischen Typen zur expliziten Aufgabe gemacht hat.

Die formalen Arbeiten der SOC setzen sich mit diesen grundlegenden Limitationen der klassischen Mathematik und Logik auseinander und versuchen Konzepte zu entwickeln, die auch die formale Beschreibbarkeit und Evaluierbarkeit fundamental selbstreferentieller Strukturen ermöglichen.

Die Mängel der klassischen formalen Methoden und die Notwendigkeit ihrer Erweiterung ist in zunehmendem Maße ins Bewußtsein der interdisziplinären Diskurse gedrungen, womit sich auch das wachsende Interesse an den Ansätzen der SOC, der TAS und der PKL erklärt.

Damit ist außer den transzendental-dialektischen und grammatologischen Kritiken der klassischen Logik (Hegel, Husserl, Heidegger, Günther, Derrida) auch die Grundlagenkrise der Mathematik und Logik sowie der durch die BCL-Arbeiten eingeleitete Paradigmenwechsel der kybernetischen Systemtheorie als allgemeiner Hintergrund dieses Forschungsprogramms angesprochen.

3 Die Form der Reflexion

Tatsächlich werfen die grammatikalischen Strukturen der Sprache erst dann Probleme auf, wenn 'Gegenstände' untersucht werden, deren Beschreibungen den grammatikalisch-logischen Dichotomien wissenschaftlicher Sprache widersprechen. Ein einfaches Beispiel einer solchen Konstruktion stellt etwa die folgende Beschreibung des Lebensvorgangs einer Pflanze dar: Die Pflanze entsteht aus dem Samenkorn und das Samenkorn geht aus der Pflanze hervor. Jede der Teilaussagen weist in sich eine grammatikalisch und logisch wohlgeformte Struktur auf. Da die dichotomen Teilaussagen jedoch aufeinander Bezug nehmen, ist die Gesamtaussage zirkulär oder selbstreferentiell strukturiert, wodurch sie im logischen Sinne bedeutungslos ist.

Im Falle dieses trivialen Beispiels kann argumentiert werden, daß die zirkuläre Beschreibung durch eine angemessene Beschreibung ersetzt werden müsse, die Pflanze und Samenkorn nur als Phänomene eines tiefer liegenden Vorgangs enthält und die Zirkularität linearisiert, indem sie diese auf einen eindimensionalen Vorgang reduziert, der leicht formal abzubilden ist. Diese reduktionistische Methode wird in der Naturwissenschaft in einer Vielzahl von Bereichen erfolgreich angewendet und bedient sich zur formalen Darstellung beispielsweise mathematischer Differentialgleichungssysteme. Die Nützlichkeit und der Erfolg eines solchen Vorgehens soll hier nicht bestritten werden, jedoch soll die Aufmerksamkeit auf die ungelösten grundlegenden Probleme der Wissenschaft, Logik und Mathematik im Umgang mit komplexen, nicht linearisierbaren Strukturen gelenkt werden. Solche Probleme ergeben sich in Situationen, die nur durch fundamental selbstreferentielle Beschreibungen erfaßt werden können und sich ohne Komplexitätsverlust nicht linearisieren (d.h auch: widerspruchsfrei abbilden) lassen.[⁶]

Als Belege für die Existenz und Relevanz solcher Probleme seien hier zunächst zwei grundlegende Fragestellungen der Physik und der Biologie exemplarisch für eine Vielzahl analoger Probleme angeführt:

1. Heisenberg stellt in einem Vergleich zwischen der Philosophie Descartes und den Implikationen der Quantenmechanik fest:

⁶ Anmerkung_evgo (aug.'07): "Linearisieren" bezieht sich hier nicht auf Differentialgleichungen im Sinne linearer oder nicht-linearer Differentialgleichungen sondern ist im Sinne von "Sequentialisierung" eines Vorgangs oder Prozesses zu sehen.

"[Die cartesianische] Spaltung [(in *res extenso* und *res cogitans*] in der Naturwissenschaft [war] für einige Jahrhunderte außerordentlich erfolgreich. Die Newtonsche Mechanik und alle anderen Teile der klassischen Physik, die nach ihrem Vorbild aufgebaut waren, beruhten auf der Annahme, daß man die Welt beschreiben kann, ohne über Gott oder uns selbst zu sprechen. Diese Möglichkeit galt beinahe als eine notwendige Voraussetzung für alle Naturwissenschaft.

Aber eben an dieser Stelle hat sich die Lage durch die moderne Quantentheorie von Grund auf geändert; daher können wir jetzt zu einem Vergleich der Philosophie des Descartes und unserer gegenwärtigen Situation in der modernen Physik übergehen. Es ist schon in früheren Abschnitten ausgeführt worden, daß wir in der Kopenhagener Deutung der Quantentheorie die Natur beschreiben können, ohne uns selbst als Einzelwesen in diese Beschreibung einzubeziehen, daß wir aber nicht von der Tatsache absehen können, daß die Naturwissenschaft vom Menschen gebildet ist. Die Naturwissenschaft beschreibt und erklärt die Natur nicht einfach so, wie sie an sich ist. Sie ist vielmehr ein Teil des Wechselspiels zwischen der Natur und uns selbst. Sie beschreibt die Natur, die unserer Fragestellung und unseren Methoden ausgesetzt ist. An diese Möglichkeit konnte Descartes noch nicht denken, aber dadurch wird eine scharfe Trennung zwischen der Welt und dem Ich unmöglich." [Hei59, S.60 f.]

Noch deutlicher wird die zirkuläre Struktur der von Heisenberg formulierten 'unscharfen Trennung zwischen der Welt und dem Ich' durch Spencer-Browns Analyse der Erkenntnissituation des Physikers hervorgehoben:

"Let us then consider, for a moment, the world as described by the physicist. It consists of a number of fundamental particles which, if shot through their own space, appear as waves, and are thus of the same laminated structure as pearls or onions, and other wave forms called electromagnetic which it is convenient [...] to consider as travelling through space with a standard velocity. All these appear to be bound by certain natural laws which indicate the form of their relationship. Now the physicist himself, who describes all this, is, in his own account, himself constructed of it. He is in short, made of a conglomeration of the very particulars he describes, no more, no less, bound together by and obeying such general laws as he himself has managed to find and to record." [Bro72, S. 104 f.]

2. Auf eine entsprechende fundamentale Zirkularität biologischer Erkenntnis weist von Foersters Ausspruch hin:

"The laws of nature are written by man, the laws of biology must write themselves."^[7]

Die Analyse in 1. zeigt gerade, daß auch die 'Gesetze der Natur sich selbst schreiben müssen'. Hiermit ist die im logischen Sinne paradoxe Situation angesprochen, daß ein wissenschaftlicher Beobachter, der das 'Leben' erforscht, ebenfalls ein Lebewesen ist und somit streng genommen das Leben sich selbst wissenschaftlich beschreibt.

⁷ "The laws of nature are written by man. The laws of biology must write themselves. In order to refute this theorem it is tempting to invoke Gödel's proof of the Entscheidungsproblem in systems that attempt to speak of themselves. But Lars Löfgren and Gotthard Günther have shown that self-explanation and self-reference are concepts that are untouched by Gödel's arguments." (Heinz von Foerster, Responsibilities of Competence, in: Journal of Cybernetics 2 (2), 1972, pp. 1–6)

Diese Zirkularität findet sich folgerichtig auch in von Foersters allgemeiner Charakterisierung eines Lebewesens:

"Ein lebender Organismus ist eine selbstständige, autonome, organisatorisch geschlossene Wesenheit; und ein lebender Organismus ist selbst Teil, Teilhaber und Teilnehmer seiner Beobachtungswelt."^[8]

Die seit Descartes als Grundlage der Naturwissenschaft geltende Trennung des Beobachters von der Welt, sowie die von der aristotelischen Logik implizierte grammatikalisch-logische Struktur von Beschreibungen werden in den angeführten Beschreibungen der naturwissenschaftlichen Erkenntnissituation fundamental unterlaufen. Schrödinger faßt dieses Dilemma in seiner prägnanten Formel zusammen:

"Der Grund, warum unser fühlendes, wahrnehmendes und denkendes Ich nirgendwo in unserem wissenschaftlichen Weltbild anzutreffen ist, kann einfach in sieben Worten angegeben werden: weil es nämlich selbst dieses Weltbild ist. Es ist identisch mit dem Ganzen und kann deshalb in demselben nicht als Teil enthalten sein."^[9]

Von Weizsäcker setzt diese Problematik in Beziehung zu Heidegger:

"Ein Kernstück von Sein und Zeit ist die Kritik der Cartesischen Ontologie. Dort wird gezeigt, daß Descartes nach dem Sein selbst nicht fragt. Deshalb ist es möglich, daß für ihn spezielle Bestimmungen [des Seins] zu definierenden Merkmalen seiner zwei 'Substanzen' werden. Die substantielle Trennung von *res cogitans* und *res extensa* nun ist die methodische Voraussetzung der gesamten klassischen Naturwissenschaft. Der sogenannte 'naturwissenschaftliche' Begriff methodischer Sauberkeit verlangt das absolute Vermeiden von 'Grenzüberschreitungen' zwischen diesen beiden Bereichen. Es scheint mir charakteristisch für die positive Wissenschaft unserer Zeit, daß die innere Logik ihrer eigenen Probleme sie zur Sprengung dieses Damms zwingt. Dies wird evident in allen psychophysischen Problemen, wie etwa der Erforschung der Wahrnehmung, der Bewegung organischer Körper, des Ausdrucks. Es zeigt sich aber ebenso in der Problematik des 'Beobachters' in der Atomphysik." [Wei63, S.244 f.]

Die allgemeine Bewußtwerdung dieser grundlegenden erkenntnistheoretischen Problematik hat zu zahlreichen philosophischen, erkenntnis- und wissenschaftstheoretischen Diskursen insbesondere im Rahmen des Konstruktivismus und der 'Second Order Cybernetics' geführt.

Gemeinsam ist selbstreferentiellen Beschreibungen, daß sie ihre Gegenstände aus verschiedenen Perspektiven, in unterschiedlichen Funktionalitäten charakterisieren, wobei die einzelnen Teilbeschreibungen zueinander komplementär (widersprüchlich) sind und simultan gelten. Deutlich wird dies etwa bei der Beschreibung des Verhältnisses Beobachter–Welt. Der Beobachter ist Subjekt seiner Beobachtung der Welt, da er aber selbst auch 'Teil, Teilhaber und Teilnehmer seiner Beobachtungswelt' ist, ist er simultan auch Objekt seiner Beobachtung. Die von der klassischen Logik postulierte lineare Ordnung (im Sinne einer logischen Hierarchie)

⁸ Anmerkung_evgo (aug.'07): Heinz von Foerster, *Kybernetik und Erkenntnistheorie*, in: *Sicht und Einsicht*, Vieweg Verlag, Braunschweig, 1985.

⁹ Anmerkung_evgo (aug.'07): Das Zitat ist der deutschen Übersetzung (Geist und Materie) des Buchs "Mind and Matter" von Erwin Schrödinger entnommen (erschienen bei: Vieweg, Braunschweig ³1965).

der Beobachtungsrelation wird durch diese Konstellation unterlaufen. (Vgl. hierzu etwa die folgende Charakterisierung von Beschreibungen in der Quantentheorie:

"Die Dialektik von Ganzem und Teil ist in der Quantenwelt grundsätzlich verschieden von den in den klassischen Naturwissenschaften üblichen Beschreibungen. [...] Nach den Vorstellungen der modernen Quantenphysik ist die materielle Realität eine Ganzheit, und zwar eine Ganzheit, die nicht aus Teilen besteht. Dabei heißt ganz, was nur durch eine Vielheit von komplementären Beschreibungen erfaßt werden kann." [Primas, H.: Umdenken in der Naturwissenschaft. In: GAIA, Vol.1, 1992, S.10f.)

Eine formale Notation solcher Beschreibungen in mathematischen Kalkülen würde aufgrund der Zirkularität zwangsläufig zu logischen Widersprüchen in Form unendlicher Regresse führen. Zur Vermeidung logischer Widersprüche ist es daher eine Kernforderung der empirischen Naturwissenschaft, daß die Eigenschaften des Beobachters nicht in den Bereich seiner Beschreibungen gelangen dürfen. ("The properties of the observer shall not enter into the descriptions of his observations." [Foe75]) Um einen physikalischen Vorgang zu beobachten, muß der Beobachter ihn in irgendeiner Weise beeinflussen, da Sinnesorgane und Meßinstrumente nur auf energetische Veränderungen reagieren. Meßergebnisse sagen also nichts über den Vorgang an sich aus, sondern nur über sein Verhalten bezüglich des experimentellen Einwirkens auf ihn. Der Beobachter ist daher unauflöslich mit den Objekten seiner Beobachtung verkoppelt. Im Gegensatz zur klassischen Mechanik, wo die energetische Wechselwirkung im Verhältnis zu den beobachteten Energien vernachlässigt werden kann, ist dies in der Quantenmechanik nicht mehr möglich. Daher gilt das klassische Objektivitätsparadigma dort nicht mehr. Die zirkuläre Gestalt solcher Beschreibungen ist jedoch, wie erörtert, kein willkürlicher Verstoß gegen die Gesetze der Logik, sondern ergibt sich als zwangsläufige begriffliche Struktur zur Erfassung von Phänomenen, die sich nicht auf das reduzierte Schema der logischen Subjekt-Objekt Dichotomie abbilden lassen.

Selbstreferentielle Beschreibungen sind aufgrund ihrer logischen Struktur nicht im mathematisch naturwissenschaftlichen Rahmen evaluierbar (und daher im strengen Sinne der 'hard science' nicht gültig). Da sie aber sprachlich korrekte, sich aus der grammatikalischen Struktur indo-europäischer Sprachen ergebende Beschreibungen 'realer Phänomene' sind, werden sie in wissenschaftlichen Bereichen, die nicht der mathematischen Logik verpflichtet sind, als sinnvolle Konstruktionen zugelassen. Die begrifflichen Methoden der Dialektik, des hermeneutischen Zirkels und des Chiasmus etwa, die auf zirkulären sprachlichen Konstruktionen beruhen, sind in der Geschichte der Philosophie stets von großer Bedeutung gewesen und finden heute in den Disziplinen der 'soft-science' ihre Anwendung.^[10]

Die aus der 'Second Order Cybernetics' hervorgehende Theorie autopoietischer Systeme benutzt beispielsweise eine solche selbstreferentielle begriffliche Struktur zur Beschreibung von Lebewesen. So wird

"die autopoietische Organisation [...] als eine Einheit definiert durch ein Netzwerk der Produktion von Bestandteilen, die 1. rekursiv an demselben Netzwerk der Produktion von Bestandteilen mitwirken, das auch diese Bestandteile produziert, und

¹⁰ Anmerkung_evgo (aug.'07): Die Begriffe "hard sciences" und "soft sciences" stammen aus der Arbeit von Heinz von Foerster (Responsibilities of Competence, in: Journal of Cybernetics 2 (2), 1972, pp. 1–6) – deutsche Übersetzung "Die Verantwortung des Experten" in: Heinz von Foerster, Sicht und Einsicht—Versuche einer operativen Erkenntnistheorie", Vieweg Verlag, Braunschweig 1985.

die 2. das Netzwerk der Produktion als eine Einheit in dem Raum verwirklichen, in dem die Bestandteile sich befinden." [Mat85, S. 158].

In dieser Definition eines autopoietischen Systems erscheint zunächst das 'Netzwerk' als Operator der Produktion von Bestandteilen. Aber erst das Operieren dieser Bestandteile realisiert das Netzwerk. Diese 'Definition' ist ganz offensichtlich selbstrückbezüglich – selbstreferentiell – konstruiert und unter formalen Gesichtspunkten sinnlos. Als rein beschreibende Theorie hat sich die TAS jedoch in so verschiedenen Disziplinen wie Soziologie, Psychologie, Biologie und Ökologie als fruchtbares Paradigma erwiesen [Hel90], [Sch87], [Mat87].

4 Selbstreferentialität in formalen Systemen

4.1 Dualistische Form und Selbstreferenz

Aus dem Vorhergehenden ist deutlich geworden, daß selbstreferentiell und zirkulär strukturierte sprachliche Konstruktionen erzeugbar sind, die in ihrem sprachlichen Kontext sinnvoll sind, jedoch formal-logisch einen *circulus vitiosus* darstellen.

Auch in der Logik und Mathematik sind selbstreferentielle Strukturen notierbar, jedoch nicht evaluierbar, so daß sie als Paradoxien, Antinomien und Zirkularitäten von der formalen Betrachtung ausgeschlossen werden. Die historisch bekannteste Paradoxie ist sicherlich die Aussage des Kreters Epimenides: "Alle Kreter sind Lügner". Unter der Annahme, diese Aussage sei wahr, muß auch Epimenides ein Lügner, seine Aussage daher falsch sein und *vice versa*. Das Paradoxon läßt sich daher zu der Aussage A verkürzen: "Die Aussage A negiert sich selbst". Dieser Aussage kann keiner der Wahrheitswerte wahr oder falsch zugeordnet werden, da jede solche Setzung gleichzeitig ihre Negation impliziert.

Moderne Fassungen dieser grundlegenden Paradoxie sind aus allen Gebieten der Mathematik bekannt und lassen sich rein syntaktisch leicht generieren. Eines der bekanntesten ist etwa das Russellsche Paradoxon der Menge w aller Mengen, die sich nicht selbst enthalten. Unter der Annahme, daß w sich nicht selbst enthält folgt, daß w sich selbst enthält, da w alle Mengen enthält, die sich nicht selbst enthalten. Wird jedoch angenommen, daß w sich selbst enthält, folgt, daß w sich nicht enthält, was ein offensichtlicher Widerspruch ist. In ihrer *Principia Mathematica* stellen Whitehead und Russell zu den oben erwähnten Paradoxien fest:

"In all the above contradictions (which are merely selections from an infinite number) there is a common characteristic which we may describe as self-reference or reflexiveness. The remark of Epimenides must include itself in its own scope. If all classes, provided they are not members of themselves, are members of w this must also apply to w , and similarly for the analogous relational contradictions." [Whi25, S. 37].

Die Einführung ihrer Theorie der logischen Typen dient dem Zweck, solche selbstreferentiellen syntaktischen Konstruktionen, die zu mathematischen Widersprüchen führen, als nicht wohlgeformt auszuschließen und so die Widerspruchsfreiheit der mathematischen Theorie zu bewahren. So kann etwa im obigen Falle der Aussage A argumentiert werden, daß A keine Aussage ist: Eine logische Aussage ist entweder wahr oder falsch, sie ist genau eines von beiden (Satz der Identität), sie kann nicht zugleich beide Werte annehmen (Satz vom verbotenen Widerspruch) und sie kann auch keinen anderen Wert annehmen (Satz vom ausgeschlossenen Dritten, TND). Da A weder wahr noch falsch sein kann, erfüllt sie diese grundlegende Anforderung an eine logische Aussage nicht, und ist daher keine Aussage. (Wittgenstein schließt im *Tractatus* selbstbezügliche Aussagen durch die Definition des 'Satzzeichens' aus:

"Kein Satz kann etwas über sich selbst aussagen, weil das Satzzeichen nicht in sich selbst enthalten sein kann, (das ist die ganze 'theory of types')." [Wit87, S.28, 3.332.].

Das von der Typentheorie formulierte Verbot der Selbstreferenz mathematischer Ausdrücke hat enorme Konsequenzen für die Ausdruckstärke formaler Systeme. So ist etwa der untypisierte Lambda-Kalkül berechnungsuniversell im Sinne der Turing-Berechenbarkeit, da in ihm Fixpunktoperatoren wie der Y-Kombinator notierbar sind. Die Möglichkeit der Selbstapplikation, die Anwendung einer Funktion auf sich selbst, ist notwendige Voraussetzung eines Fixpunktoperators. Der Y-Kombinator wird beispielsweise definiert als:

$$Y f = f(Y f).$$

Diese unbegrenzt selbstreferentielle Definition des Y-Kombinators ermöglicht einerseits die Notierung regulär rekursiver Funktionen, gewährleistet somit die Berechnungsuniversalität, erlaubt jedoch gleichzeitig auch das Auftreten nicht-terminierender Berechnungen. Wird durch eine Typisierung des Lambda-Kalküls jedoch die Selbstapplikation im Sinne des Y-Kombinators unterbunden, so ist der resultierende Kalkül im allgemeinen nicht mehr berechnungsuniversell [Bar80].

Die begrenzte Selbstreferentialität der rekursiven Funktionen, die nach einer endlichen Anzahl von Selbstapplikationen ihren Rekursionsanfang erreichen und terminieren, zeigt, daß Selbstreferenz nicht unbedingt 'böartig' sein muß, sondern gerade die Mächtigkeit der klassischen formalen Sprachen ausmacht.

Lediglich die unbegrenzte Selbstreferentialität ist 'böartig' und sprengt den Rahmen der klassischen Kalküle, da sie, wie etwa die Aussage A, eine unendliche Anzahl von Selbstapplikationen hervorruft. Die Bemühungen, Selbstreferentialität in formalen Systemen rein syntaktisch auszuschließen (wie in der Typentheorie), sind natürlich darauf gerichtet, das Auftreten unbegrenzter Selbstbezüglichkeit zu vermeiden. Sie schließen jedoch auch die syntaktisch nicht immer unterscheidbare, begrenzte Selbstreferenz aus und beschneiden so zwangsläufig, wie die angeführte Typisierung des Lambda-Kalküls, die Ausdruckstärke der formalen Systeme. Alle anderen Versuche, begrenzte und unbegrenzte Selbstreferentialität zu unterscheiden und nur die begrenzten Fälle zuzulassen, entsprechen der Bestimmung der Terminierung von Berechnungen und scheitern daher am Halteproblem.

Die besondere Bedeutung selbstreferentieller Strukturen in der wissenschaftlichen Beschreibung biologischer, sozialer, ökologischer u.a. Phänomene und in der mathematischen Grundlagenforschung wirft das Problem ihrer widerspruchsfreien Formalisierung auf.

"Die Grenzen meiner (formalen) Sprache bedeuten die Grenzen meiner Welt"
[Wit87, S. 89, 5.6.]

stellt Wittgenstein im Tractatus fest: solange Selbstreferentialität von antinomiefreier Formalisierung ausgeschlossen bleibt, ist eine im strengen Sinne wissenschaftliche Erfassung und operationale Modellierung all der Phänomene nicht möglich, deren Beschreibungen eine 'fundamentale Zirkularität' oder Selbstreferentialität aufweisen.

4.2 Die Reflexionsform der Polykontexturalen Logik

Kritische Auseinandersetzungen mit den Grundlagen der klassischen Mathematik, mit dem Ziel den Raum des formal Beschreibbaren zu erweitern, haben zur Entwicklung einer Vielzahl alternativer Logikkonzeptionen geführt. Einige der bekanntesten Ansätze sind etwa:

- Mehrwertige Logiken
- Fuzzy Logik
- Quanten Logiken
- Modale Logiken
- Temporale Logik
- Kombinatorische Logik
- Dialog Logik
- Calculus of indication
- Calculus for self-reference

Eine Analyse all dieser Erweiterungsansätze kann hier selbstverständlich nicht gegeben werden, hierzu sei auf die Untersuchungen Kaehrs [Kae80, Kae92] verwiesen, in denen nachgewiesen wird, daß – aus der Perspektive der Güntherschen Transklassik betrachtet – alle bislang bekannten Ansätze konservative Erweiterungen der klassischen Logik darstellen, insofern sie die wesentliche dualistische Formkonzeption nicht aufheben, sondern lediglich den Raum der Ausdrucksmöglichkeit um bestimmte ontologische Zustände, Wahrscheinlichkeiten, Modalitäten, zeitliche Orientierungen oder andere Eigenschaften erweitern:

"Bei den genannten Erweiterungsversuchen – wie auch bei allen anderen mir bekannten 'Alternativlogiken' – handelt es sich im Prinzip darum, innerhalb des formalen Systems Parametrisierungen von Systemvariablen vorzunehmen und Systemkonstanten zu variabilisieren. Im Nachhinein läßt sich sagen, daß [mit der Einführung o. g. Kalküle] keine wesentlich neuen Erkenntnisse erzielt wurden – außer einer Fülle von praktischen Methoden und Applikationen. Es ist daher nicht verwunderlich, daß von rein logischer Seite sowohl die Fuzzy-Logik wie auch die mehrwertige Logik in ihren Ansprüchen, neue Logiken zu sein, stark kritisiert wurden. [...] Die [o.g.] klassischen Kalküle haben eine transzendente Subjektivitätskonzeption zu ihrer Voraussetzung. Solange die Logik nur die Aufgabe hat, die allgemeinen Gesetze der objektiven, d.h. von jeder Subjektivität befreiten Welt, zu beschreiben, ist diese Konzeption optimal. Sie entspricht dem klassischen Paradigma: The properties of the observer shall not enter into the description." [Kae80]

Die *Polykontexturale Logik* Günthers stellt sich explizit der Aufgabe, die Annahme einer in die Welt eingebundenen, immanenten Subjektivität in einer formalen Logik abzubilden. Ihr Anspruch ist es, die im klassischen Sinne widersprüchlichen Situationen, die eine Einbeziehung des Beobachters in seinen Beobachtungsbereich oder anders geartete Selbstreferentialitäten beinhalten, widerspruchsfrei zu modellieren.

Bei dieser Abbildung selbstreferentieller Strukturen geht die *Polykontexturale Logik* von der oben charakterisierten Struktur selbstreferentieller Beschreibungen aus, daß jeder Teilaspekt eine in sich logisch widerspruchsfreie Situation repräsentiert, die der jeweiligen Beobachtungsperspektive entspricht. Im Gegensatz zur klassischen Logik, die die widersprüchlichen Teile zu einem monokontexturalen Gesamtsystem zusammenfassen muß, was zu den beschriebenen logischen Widersprüchen führt, bildet die *Polykontexturale Logik* selbstreferentielle Strukturen ab, indem sie die Teilaspekte über mehrere logische Orte – Kontexturen – verteilt, an denen jeweils eine klassische Logik gilt. Diese verteilten Logiken sind nun durch eine außerlogische Vermittlung miteinander verkoppelt. Da sowohl die Kontexturen in sich, als auch ihre Vermittlung widerspruchsfrei beschreibbar sind, lassen sich innerhalb der *Polykontexturale Logik* zirkuläre, selbstreferentielle und antinomische Strukturen widerspruchsfrei modellieren.

Im Gegensatz zu den oben angeführten klassischen Erweiterungen der Logik, die den monokontexturalen Formalismus durch interne (d.h. die Monokontexturalität bewahrende) 'Parametrisierungen und Variabilisierungen' modifizieren, besteht die Erweiterungsstrategie der *Polykontexturalen Logik* Günthers darin, den monokontextural begrenzten Rahmen in einer Vielzahl von distribuierten und vermittelten Kontexturen aufzuheben. Die PKL beansprucht explizit, den strukturellen Rahmen der klassischen Logik zu überschreiten und eine neuartige – transklassische – Formkonzeption, die 'Reflexionsform' zu realisieren, die die widerspruchsfreie Abbildung selbstreferentieller Strukturen ermöglicht. Aufgrund der fundamentalen Bedeutung, die die Existenz einer solchen formalen Theorie für die Grenzen formaler Beschreibbarkeit (und allgemein der Sprache) hätte, erscheint eine gründliche formalistische Auseinandersetzung mit der Polykontexturalitätstheorie von höchster Aktualität.

Literaturverzeichnis

- [Bar80] Barendregt, H.P.: *The Lambda-calculus—Its Syntax and Semantics*, North-Holland, 1980.
- [BCL76] Wilson, K.L. (ed.): *BCL Publications—The Collected Works of the Biological Computer Laboratory*, Blueprint Corp., Peoria, Illinois (USA), 1976.
- [Bro72] Spencer-Brown, G.: *The Laws of Form*, Julian Press, N.Y. 1972.
- [Foe75] Von Foerster, H. & R.H. Howe: *Introductory Comments to Francesco Varela's Calculus for Self-reference*, in: *International Journal of General Systems*, Vol.2, 1975, pp. 1-3.
- [Hei59] Heisenberg, W.: *Physik und Philosophie*, Ullstein, Frankfurt a. M. 1959.
- [Hel90] Hellingrath, B. et al. (Hsg.): *Reader zu Ringvorlesung Radikaler Konstruktivismus*, Forschungsberichte des Fachbereichs Informatik der Universität Dortmund, Nr. 288, 1990, S. 15-35.
- [Kae80] Kaehr, R.: *Neue Tendenzen in der KI-Forschung—Metakritische Untersuchungen über den Stellenwert der Logik in der Künstlichen-Intelligenz-Forschung*, Stiftung Warentest, Berlin 1980.
- [Kae92] Kaehr, R.: *Zur Logik der 'Second Order Cybernetics'*, in: *Kybernetik und Systemtheorie—Wissenschaftsgebiete der Zukunft?*, E. von Goldammer, H. Spranger (Hrsg.), Verlag M. Wessels, Greven 1992, S. 129-154,
- [Mat85] Maturana, H.: *Erkennen: Die Organisation und Verkörperung von Wirklichkeit*, Vieweg Verlag, 1985.
- [Mat87] Maturana, H. & F. Varela: *Der Baum der Erkenntnis*, Scherz Verlag, München 1987.
- [Sch87] Schmidt, S.J.: *Der Diskurs des radikalen Konstruktivismus*, Suhrkamp, Frankfurt a. M. 1987.
- [Wei73] Von Weizsäcker, C.F.: *Classical and Quantum Descriptions*, in: *The Physicists Conception of Nature*, J. Mehra (ed.), Reidel, Dordrecht 1977.
- [Whi25] Whitehead, A.N. & B. Russell: *Principia Mathematica*, 2. Auflage, Cambridge University Press, 1925.
- [Wit87] Wittgenstein, L.: *Tractatus logico-philosophicus—Logisch-philosophische Abhandlung*, Suhrkamp, Frankfurt a. M. 1987.

The text was originally edited and rendered into PDF file for the e-journal <www.vordenker.de> by E. von Goldammer

Copyright 2007 © vordenker.de

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

vordenker

ISSN 1619-9324