English version

autor: eberhard von goldammer

vordenker
august-2003

Heterarchie – Hierarchie

Zwei komplementäre Beschreibungskategorien

heterarchy *versus* hierarchy

1

Obwohl der Begriff 'Heterarchie' bereits 1945 von Warren St. McCulloch[[0]] in die Wissenschaft eingeführt wurde, wird dieser Begriff bis heute – wenn überhaupt – dann meist mißverständlich benutzt. Das ist insofern erstaunlich, weil McCulloch bereits 1945 sehr genau angibt, was darunter zu verstehen ist.

Ein kleines Experiment mit Hilfe einer Suchmaschine (z.B.: Google) zeigt schon an, daß der Begriff 'heterarchy', der ja als komplementärer Begriff zu 'hierarchy' anzusehen ist, ganz offensichtlich ein Schattendasein führt, denn sucht man nach den beiden Begriffen, dann ergibt sich ein Verhältnis der Trefferhäufigkeit von 'heterarchy' zu 'hierarchy' wie 1:1300. Hierarchische Strukturen haben in unseren Denkgewohnheiten also einen eindeutigen Vorrang. Versucht man mit Hilfe einer Suchmaschine etwas über die Definition der beiden Begriffe zu ermitteln, dann ist das Verhältnis zwar nur 1:50, aber um so erstaunlicher sind die angegebenen Definitionen für 'Heterarchie', die entweder von einer netzwerkförmigen Struktur sprechen, ohne jeden *inhaltlichen* Bezug auf das Original, d.h. auf die Arbeit von McCulloch zu nehmen, in welcher der Begriff topo-*logisch* eingeführt wurde, oder aber es wird eine etymologische Begriffsdefinition vorgenommen, in der auf den griechischen Ursprung, also auf *heteros* (der/das andere) und *archein* (herrschen) verwiesen wird, also Heterarchie als "*die Herrschaft des anderen*". Bei dieser Definition stellt sich die Frage "Wer herrscht in einer Hierarchie ?", oder anders ausgedrückt: Wie steht es mit der Komplementarität der beiden Begriffe ?

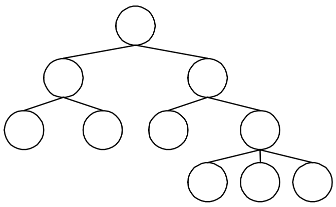


Abb_1a

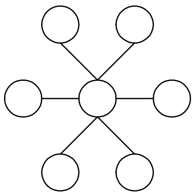


Abb_1b

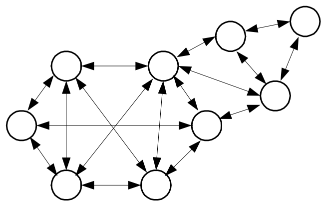


Abb_1c

Geht man einmal von der sehr allgemein verbreiteten Vorstellung des Begriffs 'Hierarchie' aus, nämlich der einer Organisationsform mit Über- bzw. Unterordnung, d.h. mit Rangstufen in den verschiedensten (sozialen) Bereichen, wie Militär, Bürokratie, Politik, Kirche, usw., dann ergibt sich für den dazu komplementären Begriff der 'Heterarchie' eine relativ einfache (semantische) Definition, nämlich die der 'Nebenordnung'. Aus dieser Anschauung heraus resultieren ganz offensichtlich alle Darstellungen netzwerkartiger

[0] McCulloch, Warren Sturgis - (1898-1969). McCulloch received his M.D. from Columbia University's College of Surgeons and Physicians. He is perhaps best known for "A Logical Calculus Immanent in Nervous Activity", which he co-authored with Walter Pitts. This paper is widely credited with being a seminal contribution to neural network theory, the theory of automata, the theory of computation, and cybernetics. More under: http://www.amphilsoc.org/library/mole/m/mcculloc.htm

Strukturen (siehe Abb_1c), die komplementär zu den baumartigen Strukturen hierarchischer Systeme (siehe Abb_1a,b) anzusehen sind, und die in erster Näherung für phänomenologische Untersuchungen sozialer Organisationsformen auszureichen scheinen. Diese Modelle werden sich jedoch spätestens dann, wenn es darum geht, heterarchisch strukturierte Organisationsformen zu modellieren und vor allen Dingen zu implementieren als nicht ausreichend erweisen. Um das einzusehen, muß man zurück zum Ursprung, also zu der Arbeit von McCulloch gehen, die es seit einiger Zeit auch in einer deutschen Übersetzung gibt. Dort findet sich folgendes Zitat, das wir hier im Original [A1] und in der Übersetzung[1] angeben:

> "Wegen des dromen Charakters zielgerichteter Aktivitäten lassen sich die geschlossenen Kreisbahnen, die sie und ihre Wechselwirkungen untereinander aufrecht erhalten, topologisch behandeln. Man findet, daß die Werte-Anomalie, bei der *A* der Vorzug vor *B* und *B* der Vorzug vor *C* gegeben wird, aber *C* den Vorzug vor *A* erhält, einem Diadrom entspricht, also einer Zirkularität im Netz, die nicht die Bahn eines Droms ist und auf einer Fläche, die zur Abbildung der Drome ausreicht, nicht ohne Diallele abgebildet werden kann. Deshalb erweist sich die anscheinende Widersprüchlichkeit der Präferenzen als ein Anzeichen für die Widerspruchsfreiheit einer Ordnung, die zu hoch ist, als daß sie die Konstruktion einer Werteskala erlaubt, obwohl sie einer endlichen topologischen Analyse unterworfen werden kann, die auf der endlichen Anzahl der Nervenzellen und ihrer möglichen Verbindungen beruht..."

Und einige Zeilen weiter heißt es dann[2]:

> "... Betrachten wir den Fall, daß es drei Möglichkeiten gibt, nämlich *A* oder *B*, *B* oder *C* und *A* oder *C*, wobei *A* den Vorzug erhält vor *B*, *B* vor *C* und *C* vor *A*. Abb. 4 [A1] zeigt das irreduzible Nervennetz. Es erfordert eine Diallele in der Ebene. Die drei heterodromen Zweige verbinden die Drome so, daß sie in dem Netz einen Kreis bilden, der sich insofern von einem Endrom unterscheidet, als er nicht der Schaltkreis eines Droms ist, sondern alle Drome durchquert, also diadrom ist. Die einfachste Oberfläche, auf die sich dieses Netz topologisch (ohne Diallele) abbilden läßt, ist ein Torus. Zirkularitäten in der Präferenz zeigen nicht etwa Widersprüchlichkeiten an, sondern beweisen vielmehr Widerspruchsfreiheit einer höheren Ordnung, als sie unsere Philosophie sich je erträumen würde. Ein Organismus, der über dieses Nervensystem - sechs Neuronen - verfügt, hat Potential genug, um nicht aufgrund einer auf einer Werteskala beruhenden Theorie vorhersagbar zu sein. Er besitzt eine Heterarchie von Werten und ist deshalb zu reich an Zwischenverbindungen, um sich einem *summum bonum* zu unterwerfen..."

In dem Artikel von McCulloch sind mindestens zwei Aussagen von weitreichender wissenschaftlicher Bedeutung für die formale Beschreibung neuronaler Netzwerke oder ganz allgemein für die Modellierung heterarchischer Strukturen:

1) die Einführung einer Diallele[3], also einem logischen Zirkel (*circulus vitiosus*) oder logischem Widerspruch, und

---

[1] Titel der deutschen Übersetzung: W.S. McCulloch, *Verkörperungen des Geistes*, Reihe Computerkultur Band VII, Springer Wien New York (Hrsg. Rolf Herken), ISBN 3-211-82857-5

[2] *drome*: Wortelement mit der Bedeutung Bahn (Rennbahn)
Sperrungen von uns.

[3] Duden: "Sich im Kreis bewegende Art des Denkens."

2) die von ihm als Werte-Anomalie bezeichnete nicht-Transitivität neuronaler Prozesse.

Damit spricht McCulloch nicht etwa in Rätseln, wie man aus der Tatsache, daß seine Arbeit von der 'Scientific Communty' bis heute geflissentlich übersehen wurde, vermuten möchte, sondern er gibt eine relativ klare Aussage, was unter einer heterarchischen Struktur zu verstehen ist.[4] Um das einzusehen, muß der Text nicht nur sorgfältig gelesen sondern auch hinterfragt werden. Dabei ist auch der Hinweis, daß die einfachste Oberfläche ein Torus ist, auf die sich ein derartiges Netz topologisch (ohne eine Diallele in der Ebene) abbilden läßt, durchaus von Bedeutung. [A1] Nun kann man eine Diallele niemals in oder an den *bona fide* Objekten der Physik oder Chemie beobachten oder gar messen. Ein Diallele, also ein logischer Zirkel, ein logischer Widerspruch, läßt sich allenfalls im Denken als Prozeß aufrecht erhalten aber nicht an einem Tisch, einem Stein, einem Atom oder einem Elektron messend beobachten. Obwohl wir eine Diallele nicht messen können und logische Widersprüche in den formalen Beschreibung physikalischer Systeme nicht auftreten[5], können wir Widersprüche jedoch denkend ohne weiteres aufrecht erhalten und ganz gut damit umgehen, wie die beiden folgenden einfachen Beispiele demonstrieren sollen.

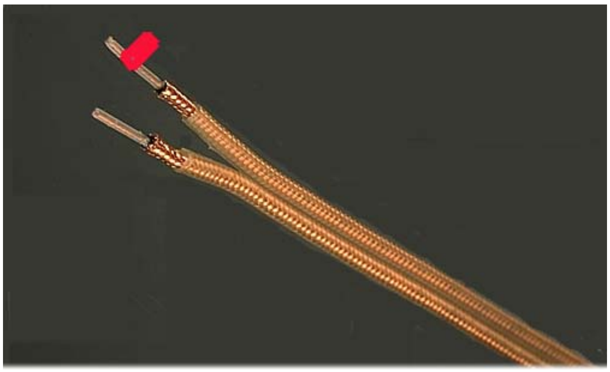


Abb_2 : siehe Text

In der Abb_2 ist das eine Ende eines zweiadrigen Kabels gezeigt, dessen eine Ader mit einer roten Markierung versehen wurde, um das Kabel beispielsweise richtig gepolt irgendwo anschließen zu können. Physikalisch muß nur eine der beiden Adern an den beiden Enden des Kabels mit einer Markierung (hier rot eingezeichnet) versehen werden, damit der Benutzer die beiden Adern jeweils voneinander unterscheiden kann. Für den Benutzer sind damit sozusagen beide Adern jeweils markiert. Für den (heutigen) Computer stellen sich derartige Situationen allerdings etwas anders dar, wie das folgende Beispiel demonstrieren soll:

Dieser Sats enthält drei Feler.

Die Rechtschreibkorrektur des Computerprogramms erkennt sofort die beiden syntaktischen Fehler, allerdings nicht den dritten, den semantischen Fehler. Dieser wird jedoch von unserem Gehirn ganz offensichtlich ebenso erkannt, wie die nicht_markierte markierte Ader von der (nicht)markierten unterschieden werden kann. Dazu muß wie bei dem Kabel der gesamte Kontext – die Situation – (mit)reflektiert werden und dabei wird zwangsläufig

---

4 McCullochs Arbeit muß vor dem Hintergrund gesehen werden, daß diese Arbeit bereits 1945 veröffentlicht wurde, also in einer Zeit, in der es weder Computer- noch eine KI-Forschung gab. Weiterhin ist von Bedeutung, daß sich McCulloch in dieser Zeit sehr intensiv mit den triadischen Logik-Entwürfen von Charles Sanders Peirce beschäftigt hat und selbst (zusammen mit Roberto Moreno-Diaz) an (graphischen) triadischen Logik-Entwürfen gearbeitet hat (siehe dazu: C.R: Longyear, J. of Cybernetics 2 (1972) 50ff.).

5 Diese Aussage gilt auch für alle Phänomene, die sich aus dem "Welle-Teilchen-Dualismus" und ähnlichen in der Atomphysik auftretenden Erscheinungen (Paradoxien), wie etwa das Einstein-Podolsky-Rosen-(EPR-)-Phänomen ergeben. Sie alle sind Resultate unseres Denkens und erscheinen uns nur deshalb als ein Rätsel – als eine Paradoxie –, weil die Physik das denkende Subjekt und damit alle Subjektivität in der formalen Beschreibung von vornherein prinzipiell ausschließt.

ein Widerspruch (im Denken) aufrecht erhalten[[6]]: "Die Ader ist markiert und die Ader ist nicht_markiert", oder wenn man so will: A gleich nicht_A, und entsprechendes gilt für die Wahrnehmung der drei Fehler in dem Beispiel-Sat(s)z.

Verlassen wir für eine Weile die beiden Beispiele (wir kommen später noch einmal darauf zurück) und wenden uns zunächst wieder McCullochs Diallele zu. Betrachtet man lediglich die Figur_4[A1] in der Arbeit von McCulloch ohne den Text zu lesen, dann läßt sich aus der Zeichnung weder ein logischer Widerspruch, d.h. ein Circulus vitiosus, denkend vorstellen noch visuell erkennen oder gar ableiten. Auch ein Graph, der eine netzwerkartige Struktur suggerieren soll, wie das heute in vielen Darstellungen geschieht (siehe Abb_1c), hat zunächst nichts mit heterarchischen Strukturen zu tun. Das gilt entsprechend auch für die dreidimensionale Variante den Torus und alle ähnlichen geometrischen Gebilde. Auch die baumartigen graphischen Darstellungen der Abb_1a,b haben primär nichts mit hierarchischen Strukturen zu tun, sondern sollen lediglich symbolisieren, was sich der Betrachter denkend als eine Hierarchie vorstellt. Weder aus Graphen noch aus Baumstrukturen lassen sich formale Theorien heterarchischer Strukturen ableiten.[[7]] Das ist sicherlich ein ganz wesentlicher Grund dafür, warum nebengeordnete (Organisations-)Strukturen in der Wissenschaft bis heute kaum Beachtung gefunden haben, und dies obwohl alle lebenden Systeme als ein Wechselspiel heterarchisch und hierarchisch strukturierter Prozesse verstanden werden können und auch so formal beschrieben werden müssen, wie dies McCulloch bereits vor mehr als einem halben Jahrhundert richtig gesehen und beschrieben hat, und wie man es in den Arbeiten von Gotthard Günther wieder und immer wieder lesen kann [[8]] - siehe dazu auch [A6].

Neben der Diallele hat McCulloch die nicht-Transitivität recht klar und eindeutig als eine Eigenschaft heterarchischer Strukturen hervorgehoben. Das bedeutet nun wiederum, daß für eine formale Beschreibung heterarchischer Strukturen das Transitivitätsgesetz nicht angewendet werden kann. Da Heterarchie und Hierarchie zwei komplementäre Beschreibungskategorien darstellen (ähnlich wie rechts und links oder wie oben und unten), bedeutet dies im Umkehrschluß, daß für hierarchische Strukturen das Transitivitätsgesetz nicht nur volle Gültigkeit besitzt – das tut es auch für heterarchische Strukturen –, sondern, und das ist von Bedeutung, es muß zur Definition hierarchischer Strukturen mit herangezogen werden.

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

---

[6] Um die Markierung zu erkennen, muß eine Unterscheidung zwischen Markierung und Nicht-Markierung getroffen werden, um die Markierung von der Nicht-Markierung zu unterscheiden, muß die Markierung/Nicht-Markierung erkannt werden. (siehe dazu: Gotthard Günther, *Cognition and Volition – Erkennen und Wollen*, in: *Das Bewußtsein der Maschinen*, AGIS-Verlag, Baden Baden, [3]2002; siehe auch www.vordenker.de).

[7] Das Problem wird erst durch den komplementären Begriff der "Heterarchie" offenkundig, denn solange dieser Begriff nicht exakt definiert werden kann, ist auch jede Definition des Begriffs "Hierarchie" nicht vollständig. Siehe dazu auch [A6]

[8] Gotthard Günther: *Cognition and Volition*, in: Beiträge zu einer operationsfähigen Dialektik, Band 2, Felix Meiner Verlag, Hamburg, [1]1979, p. 203-240. (siehe auf Ref. 20)
---, *Das Janusgesicht der Dialektik*, ibd. p. 307-335.
---, *Identität-Gegenidentität, Negativsprache*, Vortrag: Internationaler Hegel- Kongreß, Belgrad 1979. Veröffentlicht in: Hegeljahrbücher 1979, p.22-88. (siehe in: www.vordenker.de)

$$R(x, y) \wedge R(y, z) \rightarrow R(x, z) \qquad \_1a)$$

mit '$\wedge$' für die Konjunktion (UND), und '$\rightarrow$' für die Implikation (WENN .... DANN ...)

Setzt man für $x = t_1$ für $y = t_2$ und für $z = t_3$, also drei verschiedene Zeitpunkte und nimmt man weiterhin für die Relation die Beziehung 'kleiner als' (symbolisiert durch ' < ') an, also

$$R(t_1, t_2) = (t_1 < t_2) \qquad \_1b)$$

dann gilt mit (1a) und (1b):

$$[(t_1 < t_2) \wedge (t_2 < t_3)] \rightarrow (t_1 < t_3) \qquad \_2a)$$

oder in der Symbolik des Aussagenkalküls,

$$[(t_1 \rightarrow t_2) \wedge (t_2 \rightarrow t_3)] \rightarrow (t_1 \rightarrow t_3) \qquad \_2b)$$

Es ist nun völlig einsichtig, anstelle der Relation 'kleiner als' in (1b) auch von 'früher' (oder 'später') im Sinne zeitlicher Abläufe in der Physik zu sprechen. Die Beziehung (2a) lautet dann in Worten:

> "WENN t_1 ein Zeitpunkt vor (früher) t_2 ist UND t_2 ein Zeitpunkt vor (früher) t_3 ist, DANN folgt daraus, daß t_1 ein Zeitpunkt vor (früher) t_3 ist."

oder gemäß (2b):

> "WENN dem Zeitpunkt t_1 der Zeitpunkt t_2 folgt UND aus t_2 der Zeitpunkt t_3 folgt, DANN daraus geschlossen werden, daß dem Zeitpunkt t_1 der Zeitpunkt t_3 folgt."

Das klingt alles so selbstverständlich – ja beinahe banal –, daß sich kaum jemand Gedanken darüber macht, die durch die Beziehung (2) gegebene Sequentialität zeitlicher Prozesse in Frage zu stellen. Schließlich stellt die Relation (2) ja nichts anderes dar, als die Verknüpfung diskreter Zeitpunkte mit der Sequenz der natürlichen Zahlen, für die wiederum die Relation (2) – also das Transitivitätsgesetz – strikte Gültigkeit besitzt, denn jede natürliche Zahl hat genau einen Nachfolger und (sieht man von der Null ab) auch genau einen Vorgänger.

Vor dem Hintergrund heterarchischer Strukturen stellt sich jedoch die Frage:

Wie sieht der zeitliche Ablauf eines Prozesses aus, bei dem das Transitivitätsgesetz zwar gültig ist, aber nicht angewendet werden kann, bei dem ganz offensichtlich der zeitliche Verlauf nicht mehr sequentiell beschreibbar ist?	F_1

2

Bevor wir auf die zuletzt gestellte Frage eingehen wollen, sollten wir uns zunächst versichern, daß es wirklich die physikalische Größe 'Zeit' und damit verbunden Prozeßabläufe und deren Beschreibung sind, die primär hinterfragt werden müssen, um die von McCulloch gegebene Definition von Heterarchie zu analysieren, und daß es nicht Eigenschaften von physikalischen Objekten oder Attribute von Zuständen wie 'größer', 'kleiner' oder 'schwerer', 'leichter' oder 'wärmer', 'kälter' usw., sind, deren wechselseitige Relationen zueinander analysiert werden müssen, um den Begriff der Heterarchie im Sinne einer nicht-Transitivität zu rationalisieren. Denn wenn, wie es heute üblich ist, bevorzugt hierarchische Ordnungsprinzipien unsere Vorstellung beherrschen, dann könnte man ja auch auf die Idee kommen, diese und ähnliche Eigenschaften physikalischer Objekte vergleichend in Betracht zu ziehen, um McCullochs Idee zu interpretieren. Wir wollen dies daher zunächst versuchen.

Es ist keine Frage, daß man die Transitivitätsrelation (1a) im Sinne von 'größer', 'kleiner' oder 'schneller' oder 'langsamer' verwenden kann, ohne einen logischen Fehler zu begehen, vorausgesetzt man wendet die Beziehung richtig an. Das ändert sich allerdings, wenn die Beziehung (1) wie folgt verwendet wird, um damit den Versuch zu wagen, nicht-Transitivität im Sinne heterarchischer Strukturen einführen zu wollen:

> "WENN x schwerer ist als y UND y schneller ist als z, DANN folgt daraus, daß x wärmer ist als z." _3)

Das ist ungefähr ebenso unsinnig wie der Versuch Äpfel und Birnen addieren oder voneinander subtrahieren zu wollen. Was man aus (3) jedoch lernen kann, ist, daß sich das Transitivitätsgesetz immer nur dann logisch sinnvoll anwenden läßt, *wenn man in einem vorgegebenen Kontext verbleibt*, also nicht die berühmten Äpfel, Birnen, Kartoffeln und Krokodile miteinander zu vergleichen sucht, d.h.:

> "WENN (die Temperatur) T_1 *kleiner ist als* (die Temperatur) T_2 UND (die Temperatur) T_2 *kleiner ist als* (die Temperatur) T_3, DANN folgt daraus, daß (die Temperatur) T_1 *kleiner ist als* (die Temperatur) T_3." _4a)

Und genau diese Einschränkung auf einen vorgegebenen Kontext wird bei jeder Messung automatisch vorgenommen: Es wird vom Experimentator durch die Messung ein Kontext festgelegt, der es erlaubt, eine Relation zwischen einer (oder mehreren) physikalischen Größen – mit jeweils gleicher physikalischer Einheit – zu bilden, also z.B. die Messung der Temperatur.[[9]] Man kann bekanntlich nicht einen Zahlenwert mit der Einheit 'Meter' von einem anderen Zahlenwert mit der Einheit 'Kilogramm' oder 'Sekunde' einfach subtrahieren oder addieren. D.h., durch jede Messung wird genau ein (und nur ein) Kontext fest vorgegeben, und die gemessene Größe läßt sich immer im Sinne des Transitivitätsgesetzes (1) vergleichend beschreiben, wie dies in der Aussage (4a) exemplarisch geschehen ist.[[10]]

---

[9] Dabei wird die Temperatur häufig über die Messung der Differenz einer Länge (Ausdehnung einer Flüssigkeit) bestimmt, d.h. die gemessene Länge wird vom Experimentator in Beziehung zu einer vorher entsprechend geeichten Temperaturskala gesetzt, usw.

[10] Messen ist nichts anderes als ein Vergleichen mit einer Einheit, d.h. zunächst die Angabe, wann zwei der zu messenden Größen das gleiche "Maß" haben. Der Meßwert, z.B. die Längenänderung an einem

Bis zu diesem Punkt ist der diskutierte Sachverhalt relativ einfach, um nicht zu sagen trivial und man könnte geneigt sein zu sagen: Das lernt doch jedes Kind beinahe schon im Vorschulalter. Aber ist es wirklich immer so einfach ?

Das folgende Beispiel erscheint auf den ersten Blick ebenso trivial:

> "WENN die Person P (den Apfel) *a* gegenüber (der Birne) *b* bevorzugt UND die Person P (die Birne) *b* gegenüber (der Banane) *c* bevorzugt, DANN folgt daraus, daß die Person P (den Apfel) *a* gegenüber (der Banane) *c* bevorzugt." _5a)

Das Beispiel (5a) erscheint aus logischer (nicht aus inhaltlicher) Sicht dem Beispiel aus (4a) zu entsprechen. Jedenfalls ist das Beispiel (5a) auf den ersten Blick logisch korrekt, — oder gibt es da vielleicht doch einen Unterschied zu der Aussage (4a) ?

Zunächst sei angemerkt, daß in Beispiel (5a) die Terminologie aus dem Zitat von McCulloch (siehe oben) übernommen wurde, um damit der Ausgangsfragestellung näher zu kommen.

Betrachten wir noch einmal das Beispiel (4a), so gilt die Aussage dort ganz unabhängig davon, ob die Temperaturen T_1, T_2 und T_3 an ein und demselben Objekt zu unterschiedlichen Zeitpunkten gemessen wurden oder an drei verschiedenen Objekten zur gleichen oder gar zu unterschiedlichen Zeitpunkten t_1, t_2 und t_3. Die Aussage (4a) ist sozusagen unabhängig von der Zeit, sie gilt immer – sie ist zeitlos. Sie ist sogar unabhängig davon, an welchen Objekten und an welchen Orten die Temperaturen gemessen wurden. Eine analoge Betrachtung läßt sich für alle physikalischen Größen durchführen, wäre dies nicht so, dann wäre es unsinnig, irgend etwas messen zu wollen.

Völlig anders ist die Situation dagegen in Beispiel (5a): Erstens ist hier gar nicht klar, ob diese Aussage für jeden beliebigen Apfel, für jede beliebige Birne oder Banane zu jedem beliebigen Zeitpunkt und an jedem Ort gültig ist oder nicht, denn Banane ist nicht Banane, und Apfel nicht gleich Apfel.[A3] Zweitens würde man, analog wie beim Beispiel (4a) der Temperatur, die ja an verschiedenen Objekten bestimmt werden kann, ohne daß dabei die Aussage (4a) logisch falsch wird, im Beispiel (5a) anstelle einer Person P entsprechend zwei oder drei Personen einführen (also P_1, P_2 und P_3), resultiert die folgende Aussage:

> "WENN *die Person* P_1 (den Apfel) *a gegenüber* (der Birne) *b bevorzugt* UND *die Person* P_2 (die Birne) *b gegenüber* (der Banane) *c bevorzugt*, DANN folgt daraus, daß *die Person* P_3 (den Apfel) *a gegenüber* (der Banane) *c bevorzugt*." _5b)

Die Gültigkeit dieser Aussage (5b) würde man mit Recht in Zweifel ziehen. Auf der anderen Seite wird man gegenüber der folgenden Aussage kaum einen Einspruch, was deren Allgemeingültigkeit anbelangt, erheben, denn wenn die entsprechenden Temperaturmessungen stattgefunden haben, dann verhält es sich eben so wie in der Aussage (4b):

> "WENN (die Temperatur) T_1 des Körpers der Person P_1 *kleiner ist als* (die Temperatur) T_2 des Körpers der Person P_2 UND (die Temperatur) T_2 des Körpers der Person P_2 *kleiner ist als* (die Temperatur) T_3 des Körpers der Person P_3, DANN folgt daraus, daß (die Temperatur) T_1 des Körpers der Person P_1 *kleiner ist als* (die Temperatur) T_3 des Körpers der Person P_3." _4b)

Thermometer, kann dann (durch den Experimentator) in Relation zu einer anderen Größe, wie z.B. der Temperatur, gesetzt werden.

Obwohl sich die Aussagen (4a,b) und (5a) im Sinne der Relation (1a) darstellen lassen, unterscheiden sie sich jedoch offensichtlich ganz erheblich voneinander.

Für den weiteren Verlauf der Diskussion nehmen wir der Einfachheit halber zunächst an, daß die Aussagen (5a) für alle Äpfel, für alle Birnen und für alle Bananen gelten sollen: Wir machen also zwischen verschiedenen Äpfeln oder Apfelsorten ebensowenig einen Unterschied wie zwischen verschiedenen Birnen und Bananen. Aber selbst mit dieser Vereinfachung ist noch lange nicht klar, ob die Aussage (5a) zu jedem beliebigen Zeitpunkt gilt oder nicht – die Entscheidungskriterien der Person P sind sicherlich nicht notwendigerweise zu allen Zeiten, d.h. in allen Situationen, immer die gleichen. Das unterscheidet (5a) ganz wesentlich von der Aussage in (4a,b) und vielleicht liegt ja gerade darin der Schlüssel zum besseren Verständnis heterarchischer, d.h. non-transitiver (Denk-)Strukturen. Um das etwas näher zu analysieren, machen wir einen kleinen Ausflug in die Modallogik.

3

Glücklicherweise kannte McCulloch im Jahr 1945 noch keine Modallogik[C1], diese hätte ihm möglicherweise den Blick für das eigentliche Problem etwas verstellt, wie wir im folgenden zeigen wollen. Man könnte beispielsweise verschiedene *Situationen* (man spricht auch von verschiedenen *möglichen Welten*: s_1, s_2 und s_3, usw.) einführen, in denen die Aussage der Person P über die Präferenz von a, b und c im Sinne der Aussage (5a) gelten soll:

$$s_1: \quad [(\boldsymbol{a \succ b}) \wedge (b \succ c)] \rightarrow (a \succ c) \qquad \text{\_6a)}$$
$$s_2: \quad [(a \succ b) \wedge (\boldsymbol{b \succ c})] \rightarrow (a \succ c) \qquad \text{\_6b)}$$
$$s_3: \quad [(a \prec b) \wedge (b \prec c)] \rightarrow (\boldsymbol{a \prec c}) \qquad \text{\_6c)}$$
$$\vdots \qquad \vdots$$

Für (6c) hätte man auch schreiben können:

$$s_3: \quad [(b \succ a) \wedge (c \succ b)] \rightarrow (c \succ a) \qquad \text{\_6c)}$$

Dabei steht das Symbol '$\succ$' für die zweistellige Relation aus (5a,b):

"die Person P bevorzugt ... gegenüber ...".

Damit lautet beispielsweise die Relation (6a,b) wie folgt:

> "WENN die Person P in der Situation s_1(bzw. s_2) *a* gegenüber *b* bevorzugt UND die Person P in der Situation s_1(bzw. s_2) *b* gegenüber *c* bevorzugt, DANN folgt daraus, daß die Person P in der Situation s_1(bzw. s_2) *a* gegenüber *c* bevorzugt."

und entsprechend lautet die Relation (6c):

> "WENN die Person P in der Situation s_3 *b* gegenüber *a* bevorzugt UND die Person P in der Situation s_3 *c* gegenüber *b* bevorzugt, DANN folgt daraus, daß die Person P in der Situation s_3 *c* gegenüber *a* bevorzugt."

Der modallogische Versuch einer Interpretation von McCullochs Definition von Heterarchie im Sinne einer nicht-Transitivität könnte jetzt etwa wie folgt lauten:

> Da die Modallogik für McCulloch im Jahr 1945 noch unbekannt war, hatte er zwar das Modell vieler 'möglicher-Welten' im Sinn, als er seine Publikation geschrieben hat, und da er es 1945 nicht besser wissen konnte, hat er seine Definition im Modell 'einer-möglichen-Welt' formuliert, so daß seine Definition von nicht-Transitivität durch die in (6a-c) mit blauer Farbe markierten Relationen erklärt werden könnte, d.h.:

$$[(a \succ b) \wedge (b \succ c)] \rightarrow (a \prec c) \qquad \_7a)$$

Was sich dann in Worten genau so darstellt wie in dem Zitat von McCulloch aus dem Jahr 1945 (siehe Zitat oben):

> "...Betrachten wir den Fall, daß es drei Möglichkeiten gibt, nämlich *a* oder *b*, *b* oder *c* und *a* oder *c*, wobei *a* den Vorzug erhält vor *b*, *b* vor *c* und *c* vor *a*."

Sicherlich wissen wir nicht, was McCulloch genau gedacht hat. Wir können uns dem Problem daher nur durch genaueres Studium seiner Arbeiten[11] und durch eigenes Nachdenken nähern, und damit stellt sich die Frage, ob und wie eine Nebenordnung mit Hilfe der Formeln (6a-c) und (7a) definiert werden könnte, denn für die einzelnen Situationen s_1 bis s_3 gilt jeweils das Transitivitätsgesetz, und das ist nun einmal eine Ordnungsrelation, und damit ist für s_1, s_2 und s_3 jeweils eine hierarchische Ordnungsstruktur festgelegt. Dabei muß nicht betont werden, daß die Relation (7a) aus logischer Sicht keinen Sinn ergibt, sie ist auch in der Modallogik unsinnig. Versucht man dennoch der Relation (7a) im Zusammenhang mit (6a-c) einen logischen Sinn abzugewinnen, dann nur in dem spekulativen Sinne "was McCulloch gedacht haben könnte" – mehr nicht. Denn selbst wenn die einzelnen Terme $(a \succ b)$, $(b \succ c)$, und $(a \prec c)$ in der Relation (7a) mit den Indizes s_1, s_2 und s_3 versehen werden, so bleibt der jeweilige Bezug zu s_1 bis s_3 dadurch ja gerade erhalten und in s_1, s_2 und s_3 gilt eine strikte Ordnungsrelation:[12]

$$[(a \succ b)_{s1} \wedge (b \succ c)_{s2}] \rightarrow (a \prec c)_{s3} \qquad \_7b)$$

Mit der Beziehung (7b) ist – im Rahmen der Modallogik – nicht viel gewonnen, denn in der üblichen Verwendung der Modallogik könnte man z.B. argumentieren, daß es sich hier um die unterschiedliche geschmackliche Präferenz dreier Personen hinsichtlich der Obstsorten *a*, *b*, und *c* handelt, welche jeweils durch die Situationen s_1 bis s_3 repräsentiert werden. Das wäre zwar aus (modal)logischer Sicht eine korrekte Interpretation, durch welche die Beziehungen (7a) und (7b), die ohnehin keinen logisch Sinn ergeben, überflüssig würden. Was dabei jedoch vollständig verloren geht, ist das ursprüngliche

---

11 Es ist bekannt, daß sich McCulloch in jener Zeit sehr intensiv mit den Arbeiten von Charles Sanders Peirce (und dessen Versuchen eine triadische Logik zu entwerfen) beschäftigt hat (siehe dazu auch Ref. 4) und Peirce hatte ein sehr differenziertes Verständnis von Logik, wie das folgende Zitat belegen soll, welches dem Buch von Ralf Müller "Die dynamische Logik des Erkennens von Charles S: Peirce" entnommen ist:

> "Time has usually been considered by logicians to be what is called "extralogical" matter. I have never shared this opinion. But I have thought that logic had not reached that state of development at which the introduction of temporal modifications of its forms would not result in great confusion" (CP 4.523).
> CP: *Collected Papers of Charles Sanders Peirce*, in 6 Bänden, (C. Hartshorne & P. Weiss, eds.) Cambridge, MA, / hier: Band 4, p.523:

12 Eine Vermittlungsrelation der verschiedenen Welten untereinander gibt es in der Modallogik nicht, so daß eine andere Interpretation von (8) nicht möglich ist. Die Modallogik ist ein Modell 'vieler möglicher Welten' mit nur e i n e r Logik (siehe dazu auch Abb_3[C2]).

Ziel, nämlich heterarchische Strukturen mit Hilfe ihrer Eigenschaft der nicht-Transitivität zu rationalisieren. Das wäre sozusagen eine trivialisierende Interpretation der Relationen (6a-c), um die es hier jedoch gar nicht geht.

Halten wir an der Relation (7) fest, die uns immerhin eine nicht-transitive (Denk-)Struktur liefert, und beziehen wir diese Relation auf e i n e Person P, dann lassen sich die verschiedenen Welten oder Situationen s_1, s_2 und s_3 im Sprachrahmen der Modallogik nur im Sinne unterschiedlicher Zeitpunkte sinnvoll interpretieren. Denn eine Person kann ja – zumindest aus logischer Sicht – nicht "SOWOHL ('*a dem b*' UND '*b dem c*') ALS AUCH ('*b dem a*' und '*c dem b*' *bevorzugen*)", wie das in (6a) und (6c) dargestellt wurde. Man kann logisch nicht sagen:

> "Eine Person P bevorzugt SOWOHL (den Apfel) *a* gegenüber (der Birne) *b* UND (die Birne) *b* gegenüber (der Banane) *c* ALS AUCH (die Birne) *b* gegenüber (dem Apfel) *a* UND (die Banane) *c* gegenüber (der Birne) *b*"

oder als Formel geschrieben: _8a)

$$[(a \succ b) \wedge (b \succ c)] \wedge [(b \succ a) \wedge (c \succ b)]$$

Interpretiert man (8a) jedoch vor dem Hintergrund unterschiedlicher Zeitpunkte und betrachtet daher die Beziehungen (6a-c) als eine Beschreibung von Situationen s_1, s_2 und s_3 zu den Zeitpunkten t_1, t_2 und t_3, dann läßt sich der Widerspruch, wie er sich aus der Aussage (8a) ergibt, auflösen:

$$[(a \succ b) \wedge (b \succ c)]_{s1(:=t1)} \wedge [(b \succ a) \wedge (c \succ b)]_{s3(:=t3)}$$

> "Eine Person P bevorzugt in der Situation s_1 (zum Zeitpunkt t_1) den Apfel *a* gegenüber der Birne *b* SOWIE die Birne *b* gegenüber der Banane *c* UND in der Situation s_3 (zum Zeitpunkt t_3) die Birne *b* gegenüber dem Apfel *a* UND die Banane *c* gegenüber der Birne *b*" _8b)

Ähnlich wie im Fall der Interpretation der Beziehung (6a-c) für unterschiedliche Personen P_1, P_2 und P_3 (siehe oben), gilt in jeder Situation s_1, s_2 und s_3 – zu jedem der betrachteten Zeitpunkte – das Transitivitätsgesetz. Die nicht-Transitivität der Relation (7b) kann somit vor dem Hintergrund zeitlich unterschiedlicher Situationen wiederum ebenso eliminiert werden, wie die Antinomie aus (8a) beseitigt werden kann.[[13]] Da aber jede der drei Situationen s_1 bis s_3 für sich genommen nicht nur jeweils durch die Gültigkeit einer strengen Ordnungsrelation charakterisiert ist, sondern auch die Übergänge von s_1 nach s_3 einer strengen Ordnungsrelation unterliegen[[14]], ist das Problem, um das es hier geht, nämlich Nebenordnungen mit Hilfe nicht-transitiver (Denk-)Strukturen zu definieren, wiederum verloren gegangen.

Dabei ist anzumerken, daß die in dem eben diskutierten Fall aufgeführten Situationen s_1 bis s_3 nicht unbedingt mit verschiedenen Zeitpunkten hätten interpretiert werden müssen. Man hätte hier sogar die Zeit ganz eliminieren können, ohne dabei einen logischen Fehler

---

[13] Anmerkung: Mit einem ähnlichen Trick beseitigen Luhmann und seine Epigonen (mit Hilfe des *Calculus of Indications*) die Antinomien der Selbstreferentialität. Siehe dazu z.B.:
Elena Esposito, Ein zweiwertiger nicht-selbständiger Kalkül, in: Kalkül der Form, (Dirk Baecker, hrsg.), suhrkamp taschenbuch, Frankfurt/M. [1]1993, p.96-111; siehe dazu auch [C5].

[14] Es wird ja angenommen, daß $t_1 < t_2 < t_3$. Jedenfalls kennt die Modallogik (oder Temporallogik) keine andere Zeitkonzeption als die sequentielle Anordnung verschiedener Zeitpunkte im Sinne von früher und/oder später (siehe dazu auch: Modal- und Zeitlogik [C1])

zu begehen. Es hätte also völlig genügt, die verschiedenen Situationen ganz allgemein, d.h. völlig unspezifisch als unterschiedliche Situationen zu bezeichnen. Nichts anderes wird durch den Parameter 'Zeit' erreicht, der lediglich eine Ordnung zwischen den verschiedenen Situationen im Sinne der Relation (1) herstellt. Um eine derartige Ordnung einzuführen, genügt es, die einzelnen Situationen mit Hilfe der natürlichen Zahlen zu indizieren. Anders ausgedrückt: Die Einführung der Zeit – oder besser die des Parameters 'Zeit' – garantiert aus logischer Sicht eine Ordnungsrelation im Sinne des Transitivitätsgesetzes.

Was aber bedeutet Heterarchie im Sinne von Nebenordnung – im Sinne nicht-transitiver Denkstrukturen –, wenn das Problem, um das es zu gehen scheint, sich im entscheidenden Moment jedesmal beiseite interpretieren läßt ?

4

Nehmen wir an, die verschiedenen Situationen s_1, s_2, ..., s_n würden sich auf verschiedene Kontexte unterschiedlicher Angebote beziehen, also beispielsweise auf die Obstpreise, den Reifegrad, die Art des Anbaus (ökologisch oder nicht), oder das Anbaugebiet sowie auf den subjektiven Geschmack der **Person P**, **die für sich eine Entscheidung zu treffen hat**, welche der Obstsorten sie jeweils gegenüber einer anderen in einer gegebenen Situation auf einem Wochenmarkt bevorzugt, um letztlich einen Kauf zu tätigen.

Eine Relation, wie sie durch (8b) repräsentiert wird, läßt sich – und es ist sehr wichtig, sich das klar zu machen – erst dann erstellen, wenn feststeht, wie sich die Person entschieden hat. Der Prozeß der Entscheidung selbst läßt sich mit der Relation (8b) nicht beschreiben. Es ist ein Prozeß mit offenem Ausgang, d.h. mit nicht determiniertem Resultat. Die Person P könnte sich auch entscheiden, gar nichts zu kaufen, also die gesamte Situation s_1 bis s_n zu verwerfen.

Damit entzieht sich der Entscheidungs*prozeß* prinzipiell einer positiv-spachlichen (logischen) Formulierung. Das kann auch gar nicht anders sein, denn positiv-sprachlich läßt sich nur eine bereits gefallene Entscheidung erfassen und nicht der Prozeß einer offenen Entscheidungssituation, in der sich eine Person P gerade befindet.

Es ist offenbar dieser Entscheidungs*prozeß*, den es im folgenden zu analysieren gilt, um zu verstehen, was aus formaler Sicht eine heterarchische (*Prozeß*-)Struktur von einer hierarchischen (*Prozeß*-)Struktur unterscheidet (siehe auch [A6]).

Betrachten wir daher zunächst noch einmal die Beziehungen (4) sowie (6a-c), (7b) und (8b)[A5]. Wie wir bereits weiter oben festgestellt haben, ist die Aussage (4) zeitlos gültig, das bedeutet nicht, daß sich das betrachtete physikalische Objekt nach einer Messung der Temperatur nicht wieder abkühlt oder erwärmt, darum geht es hier nicht. Es geht hier nur um die logische Aussage, die durch die Beziehung (4) gegeben ist – diese ist zeitlos. Man kann es auch allgemeiner ausdrücken: Logik und Mathematik sind zeitlos, d.h. es lassen sich mit Hilfe dieser Denkwerkzeuge keine Prozesse, sondern nur Zustände und

Übergänge zwischen einzelnen Zuständen beschreiben, und genau das ist es, was in den Naturwissenschaften gemessen bzw. formal beschrieben wird. Die Zeit wird dabei zu einem Ordnungsparameter im Sinne des Transitivitätsgesetzes, wie dies durch die Relation (1) symbolisiert wird (siehe dazu: [B1]). Damit eignen sich diese Denkkategorien zur Beschreibung physikalischer Objekte, wie dies durch die Beziehung (4) exemplarisch demonstriert wird, aber sie eignen sich nicht zur Beschreibung von Objekten wie dem Prozeß des Denkens selbst:

> Das Denken als Prozeß läßt sich weder als ein Zustand oder als ein Übergang zwischen einem Anfangs- und einem Endzustand im Sinne der Physik beschreiben, noch läßt es sich auf der Basis h e u t i g e r Computermodelle modellieren oder gar implementieren (siehe auch [A6]).

Auch die Einführung von sogenannten Zeitlogiken, die aus struktureller Sicht zu den Modallogiken gehören, ändert an dieser Situation nichts. Der Parameter Zeit dient hier ebenfalls nur als Ordnungsparameter im Sinne des Transitivitätsgesetzes[C1], wie die Diskussion im Anschluß an die Relation (6a-c) gezeigt hat. Damit läßt sich der Entscheidungsprozeß jedoch nicht beschreiben, d.h.:

> Um einen Entscheidungsprozeß formal beschreiben und implementieren zu können, muß ein Kalkül entwickelt werden, der es erlaubt, 'Standpunktabhängigkeiten' formal zu modellieren und zu implementieren.

Aus logischer Sicht ist jeder Standpunkt durch mindestens eine Logik ausgezeichnet[[15]], es ist sozusagen ein logischer Ort, von dem aus ein Standpunkt thematisiert werden kann. Betrachtet man die verschiedenen Welten aus (6) einmal als verschiedene (logische) Orte s_1, s_2, ..., s_n, dann müßte jeder dieser Orte s_1 bis s_n durch ein ihm eigenes Logiksystem charakterisiert sein, von dem aus der jeweilige Standpunkt vertreten wird. Das alleine würde jedoch noch nicht genügen, um den Prozeß der Reflexion verschiedener Situationen darstellen zu können. Die verschiedenen Logiksysteme (Standpunkte) müßten darüber hinaus durch geeignete Operatoren miteinander in Beziehung gebracht, d.h. miteinander vermittelt werden können. Dazu bedarf es geeigneter Operatoren, die diese Vermittlung bewerkstelligen. In der Modallogik existieren solche Operatoren nicht, auf diesen Punkt werden wir weiter unten noch einmal zurückkommen. In der M o d a l l o g i k existiert zur Beschreibung der verschiedenen Welten (Situationen) n u r e i n e L o g i k –, und damit gibt es auch n u r e i n e n S t a n d p u n k t für die unterschiedlichen Welten. Wenn es nur einen Standpunkt gibt, dann kann man verschiedene Standpunkte auch nicht miteinander vermitteln, denn es gibt ja nur den einen.

- D i e M o d a l l o g i k l i e f e r t s o m i t k e i n e f o r m a l e B a s i s f ü r e i n e s t a n d p u n k t a b h ä n g i g e T h e o r i e .

Die Situation ist in der Abb_3[C2] graphisch dargestellt: In der Abb_3a ist die Situation, wie sie in der Modallogik gegeben ist, abgebildet und in der Abb_3b sind drei Standpunkte – drei Logiksysteme – abgebildet, die nicht miteinander vermittelt sind, die sozu-

[15] Anmerkung: Genau genommen ist ein Standpunkt nicht nur durch ein Logiksystem charakterisiert, sondern durch einen ganzen Verbund von Logiksystemen. Dieser Gesichtspunkt soll hier aber der Einfachheit halber ausgeklammert werden.

sagen unvermittelt (isoliert) untereinander angeordnet sind, d.h. es gibt hier keine (logischen) Operatoren, die es ermöglichen würden, Übergänge zwischen den drei Logiksystemen zu modellieren. Weiter unten werden wir auf diesen Punkt zurückkommen.

* * *

Als erstes einfaches **Beispiel für eine standpunktabhängige Situation** soll zunächst das zweiadrige Kabel aus der Abbildung (2) dienen. Dieses läßt sich einmal von einem Standpunkt aus, bei dem beide Litzen ohne Fähnchen, und zum anderen von einem Standpunkt aus, bei dem beide Litzen jeweils mit einem Fähnchen versehen sind, thematisieren. Im ersten Fall wird ein Fähnchen angebracht, um eine Litze zu markieren, und im zweiten Fall wird ein Fähnchen entfernt, um eine Litze zu markieren. Ein weiterer Standpunkt ergibt sich, bei dem jeweils nur eine der beiden Litzen mit einem Fähnchen versehen ist. Um diese verschiedenen Standpunkte und deren Beziehung zueinander im Rahmen eines Entscheidungsprozesses formal zu modellieren, genügt es nun nicht, diese verschiedenen Standpunkte sequentiell – also nacheinander – zu thematisieren, denn dies würde bereits eine Ordnung zwischen den unterschiedlichen Standpunkten und damit eine Entscheidung darstellen, diese soll aber erst getroffen werden. Was erforderlich ist, ist ein Prozeß-Modell, welches die Gleichwertigkeit durch parallele Simultaneität der einzelnen Standpunkte gewährleistet. Dies kann nur im Rahmen von Nebenordnungen (Heterarchien) erzielt werden und nicht im Rahmen von Über- oder Unterordnungen der einzelnen Standpunkte. Eine (teilweise) Über- bzw. Unterordnung entsteht erst dann, wenn eine Entscheidung für einen der verschiedenen Standpunkte gefallen ist, anderenfalls wäre der gesamte Prozeß kein Entscheidungsprozeß mehr. Mit anderen Worten: Es ist die parallel simultane Vermittlung der verschiedenen (gleichwertigen, gleichberechtigten) Standpunkte und deren jeweiliges Verhältnis zueinander, welche dazu führt, daß ein Widerspruch im Denken aufrecht erhalten werden kann. Die Antinomie (Widerspruch), bzw. die Ambiguität (Mehrdeutigkeit) wird erst durch die getroffene Entscheidung für eine der jeweiligen Situationen aufgehoben. Dabei kann die Entscheidung auch das gesamte Szenarium, die gesamte Situation verwerfen, d.h. rejizieren.

Eine ähnliche Betrachtung läßt sich auch für den im Anschluß an die Abbildung (2) aufgeführten Beispielsat(s)z "*Dieser Sats enthält drei Feler*" durchführen, und erst recht gilt dies für den Entscheidungsprozeß auf dem Wochenmarkt bei dem es um den Kauf von Äpfeln, Birnen und/oder Bananen geht.

5

So verschieden die oben diskutierten (Entscheidungs)Prozesse auch erscheinen mögen, ihnen ist eines gemeinsam: Es handelt sich um k o g n i t i v - v o l i t i v e Prozesse, also um Prozesse, bei denen Kognition (Wahrnehmung) und Volition (Entscheidung) untrennbar, d.h. als eine parallel-simultan miteinander vermittelte Prozessualität ko-existiert. Dies soll noch einmal an dem einfachen Beispiel, nämlich der Erkennung eines Zeichens, anhand der Abb_4[C3] im Kontext einer standpunktabhängigen Beschreibung des Gesamtprozesses diskutiert werden.

Es geht im folgenden primär zunächst nicht darum, ein neues Konzept einer OCR-Software[[16]] zu entwickeln, wie man aus dem Beispiel der Abb_4 vermuten könnte, sondern darum, einige grundlegende Strukturen eines kognitiv-volitven Prozesses aufzuzeigen (siehe Legende der Abb_4). Für die sog. Zeichen"erkennung" gibt es heute eine Reihe gut funktionierender kommerziell angebotener Programme. Die Fehlerraten bei der Umwandlung von maschinell erstellten (Pixel)Zeichen in ASCII-Zeichen sind dabei relativ gering. Die Fehlerhäufigkeit hängt stark von der Qualität der eingescannten Vorlage ab. Das alles ist hier jedoch nicht die primäre Fragestellung, die erörtert werden soll. Es geht vielmehr darum, daß die heute verwendeten Algorithmen alle hierarchisch strukturiert sind und damit der gesamte "Erkennungs"-prozeß sequentiell abläuft. Entscheidend für die hier geführte Diskussion ist, daß die dabei eingesetzten Algorithmen weder kognitive noch volitive Prozesse beschreiben oder modellieren. Kurz: Der Computer erkennt nichts und entscheidet auch nichts, wenn er ein eingescanntes Dokument bearbeitet, um es in eine ASCII-Datei umzuwandeln. Mit anderen Worten: Mit den heute bekannten Techniken wird Standpunktabhängigkeit weder modelliert noch ist eine solche implementiert. Es geht im folgenden also darum, zu hinterfragen, welche Voraussetzungen erfüllt sein müssen, um kognitiv-volitive Prozesse nicht nur beschreibend zu modellieren sondern letztendlich auch zu implementieren.

In der Legende zu Abb_4[C3] wurde bereits darauf hingewiesen, daß mindestens vier[[17]] logische Orte – also vier miteinander vermittelte 2-wertige Logiken[[18]] – erforderlich sind, um ein Logiksystem zu generieren, welches es ermöglicht, ein Mindestmaß an Standpunktabhängigkeit zu modellieren und zu implementieren.

Dabei ergab sich der vierte logische Ort durch die Möglichkeit einer Rejektion, d.h. der Ablehnung der gesamten Situation. Diese Möglichkeit deutet schon an, daß für eine Applikation, wie z.B. die der Zeichenerkennung, weitere logische Orte, weitere logische Domänen (Kontexturen) erforderlich sind. Diese Vermutung resultiert vor allem auch aus der Tatsache, daß eine Rejektion der gesamten Situation (im vorliegenden Beispiel ist die Situation durch die Erkennung eines Zeichens gegeben) nur vor dem Hintergrund von "Wissen" sinnvoll erfolgen kann. Dieser "Wissens"-Hintergrund muß jedoch im Verlauf des Prozesses (hier der Zeichenerkennung) vervollständigt oder sogar erst angelegt werden. Das ist es, was ein intelligentes, d.h. ein kognitiv-volitives System eigentlich leisten sollte. Das bedeutet aber: Weitere Kontexte, weitere logische Orte, weitere Standpunkte – kurz: weitere logische Kontexturen sind für eine erfolgreiche Implementierung erforderlich.

Das in der Abb_4 aufgeführte Wort 'Fall', aus dem das Zeichen 'a' entnommen ist, welches erkannt werden soll, stammt aus einer Zeile, die als Fußnote markiert ist, wie dies aus der Abb_5a,b[A4] hervorgeht. Es ergeben sich somit nicht nur weitere Zusammenhänge (logische Orte), die sich aus der unmittelbaren Herkunft des Zeichens 'a' aus dem Wort 'Fall' ergeben, sondern auch noch aus dem Zusammenhang der Stellung des Wortes in der Fußnote, und diese steht wiederum im Zusammenhang mit der Textseite, diese ist wiederum mit dem Inhalt in Beziehung zu setzen, und so fort.[A4]

[16] OCR: 'Optical Character Recognition'

[17] Die Betonung liegt dabei auf 'mindestens' und auf 'vier'.

[18] Für drei- und höherwertige Logiken ist die Anzahl eine andere, was hier nicht weiter diskutiert werden soll.

Die zuletzt aufgeführten Zusammenhänge seien hier nur der Vollständigkeit halber aufgeführt, da die Probleme ihrer Modellierung und Implementierung sich als strukturgleich zum Problem der kognitiv-volitiven Prozesse bei Erkennung einzelner Zeichen entpuppen. Lediglich die Anzahl der Standpunkte, der miteinander vermittelten logischen Systeme steigt dabei ganz erheblich an.

Wie hat man sich die Vermittlung verschiedener logischer Systeme vorzustellen?

6

Um die zuletzt gestellte Frage nach der Vermittlung von Standpunkten zu beantworten, kommen wir noch einmal auf die Abb_3[C2] zurück. Wenn heute von Seiten der Künstlichen Intelligenz von 'multimodal reasoning' gesprochen und geschrieben wird, so deutet sich dabei so etwas wie ein Versuch an, Modelle standpunktabhängiger Prozesse zu entwerfen. Es handelt sich dabei jedoch immer und ausschließlich um hierarchisch strukturierte Prozeß-Modelle, bei denen verschiedene Meta-Ebenen – wie in Abb.3 dargestellt – eingeführt werden, die jedoch immer unvermittelt (siehe: Abb_3b[C2]), als über- bzw. untereinander angeordnet, gedacht werden. So schreibt beispielsweise John Sowa[[19]]:

> "Unfortunately, Kripke's model structures lead to a combinatorial explosion when they are extended to all the varieties of modality and intentionality that people routinely use in ordinary language....
> ... this paper [John F. Sowa, *Laws, Facts, and Contexts*] defines a family of nested graph models, which can be specialized to a wide variety of model structures, including Kripke's models, situation semantics, temporal models, and many variations of them. An important advantage of nested graph models is the option of partitioning the reasoning tasks into separate metalevel stages, each of which can be axiomatized in classical first-order logic..."

Auf der Grundlage solcher hierarchisch strukturierter Modellvorstellungen lassen sich kognitiv-volitive Prozesse oder allgemein, mentale Prozesse weder formal modellieren noch – oder besser: erst recht nicht – implementieren. Das ist es, was McCulloch bereits 1945 gesehen hat.

Gehen wir also von der Situation der drei unvermittelten Logiksysteme in der Abb_3b[C2] aus, so soll die Abbildung_6[D1] schematisch veranschaulichen, was unter vermittelten Logiksystemen im Gegensatz zu unvermittelten Logiksystemen gemeint ist.

Die Abb_6a[D1] symbolisiert die Vermittlung zwischen den drei logischen Domänen, die im weiteren Verlauf als 'Kontexturen' bezeichnet werden. Mit anderen Worten: Diese drei

[19] John F. Sowa, *Laws, Facts, and Contexts: Foundations for Multimodal Reasoning*, in: Knowledge Contributions, V. F. Hendricks, K. F. Jørgensen, S. A. Pedersen (eds.) Kluwer Academic Publishers, 2003.
Anmerkung: Unter dem Begriff "Kripke´s model structures" ist das Modell vieler-möglicher-Welten gemeint.

Logiksysteme L_1, L_2 und L_3 bilden sozusagen einen Komplex, der mit der Bezeichnung 'Proemialrelation' in die Literatur eingegangen ist.[20] Drei Kontexturen bilden den kleinsten Verbund vermittelter Logiksysteme, der überhaupt möglich ist.

In der Abb_6b[D1] ist dabei lediglich eine andere Darstellung gewählt, die noch etwas an die klassischen wahr-falsch-Werte erinnern soll. Betrachtet man die drei Kontexturen als zu jeweils drei verschiedenen Standpunkten gehörend, dann erlaubt die Austauschrelation eine Vermittlung zwischen den verschiedenen logischen Orten. Was vom Standpunkt L_1 als logisch falsch gedacht wird, kann vom Standpunkt L_2 aus als logisch wahr gedacht werden usw.[21]

Um zu demonstrieren, wie man sich die Vermittlung dieser drei logischen Kontexturen vorzustellen hat, soll im folgenden die Situation aus (7a,b)[22] im Kontext eines kognitiv-volitiven Prozesses mit Hilfe der Proemialrelation aus Abb_6[D1]diskutiert werden.

Das Ziel bestand darin, aufzuzeigen, daß ein Entscheidungsprozeß ein kognitiv-volitiver Prozeß ist, bei dem eine nicht-transitive Relation, wie sie in (7) dargestellt wurde, gilt, die nach der Vorstellung von McCulloch ganz offensichtlich einen heterarchisch strukturierten Prozeß beschreibt. Wie wir weiter oben aufgezeigt haben, läßt sich die Relation (7) im Rahmen der wahrheits-definiten Standard- bzw. nicht-Standard-Logiken nicht sinnvoll deuten, ohne die von McCulloch geforderte nicht-Transitivität trivialisierend wegzuinterpretieren.

Im folgenden betrachten wir daher die Relation (7) im Sprachrahmen der Polykontexturalitätstheorie und verwenden dafür die von Gotthard Günther eingeführte und von ihm in seinen Arbeiten häufig benutzte Stellenwertlogik. Sie bildet sozusagen den Übergang – die Grenze – von der klassischen zur transklassischen Logik, der sogenannten polykontexturalen Logik.

In der Abbildung 'Grundoperationen'[D3] sind einige der elementaren Operationen wie Konjunktion, Disjunktion, Negation und Implikation für die sogenannten Stellenwerte zusammenfassend dargestellt, um im folgenden den Gebrauch der logischen Tafeln etwas leichter zugänglich zu machen.

Die weiter unten folgenden Tafeln sind teilweise aus *Cognition and Volition*[23] sowie aus *Again Computers and the Brain*[24] entnommen. In *Again Computers...* wurden anstelle

---

[20] 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: *Beiträge zu einer operationsfähigen Dialektik*, Bd. 2, 1979, p.203-240; siehe auch: www.vordenker.de
Deutsche Übersetzung: *Erkennen und Wollen*, in: G. Günther, *Das Bewußtsein der Maschinen*, AGIS Verlag, [3]2002. / siehe auch: pcl Glossary: http://www.techno.net/pcl/glossary/framed.htm

[21] Siehe dazu auch die Anmerkungen zum Begriff der "Mehrwertigkeit in der Stellenwertlogik von Gotthard Günther" [D2]

[22] In dem Begleitmaterial_[A5] findet sich eine Zusammenfassung aller in dem vorliegenden Artikel aufgeführten Formeln.

[23] siehe Ref. 20.

[24] R.Kaehr & E. von Goldammer, *Again Computers and the Brain*, Journal of Molecular Electronics Vol. 4, S31-S37 (1988) (siehe auch Begleitmaterial_[C4] sowie www.vordenker.de)

von Ziffern 1, 2, 3, ... für die Bezeichnung der Stellenwerte folgende Symbole verwendet, um die verschiedenen Stellenwerte zu markieren:

$$\{T_1, T_3\} := T_{1,3}; \qquad \{F_1, T_2\} := F_{1,2}; \qquad \{F_2, F_3\} := \mathsf{F}_{2,3} \qquad \_9)$$

Dabei beziehen sich die Indizes auf die unterschiedlichen logischen Orte (Stellenwerte), oder, was damit identisch ist, auf die unterschiedlichen Kontexturen. Diese Darstellung wurde hier vor allen Dingen deshalb noch einmal aufgeführt, weil sie verdeutlicht, daß es unsinnig ist, von verschiedenen "Wahrheitswerten" zu sprechen, wie dies Günther von verschiedenen Rezensenten in der Vergangenheit und Gegenwart immer wieder unterstellt wurde. Verschiedene "Wahrheitswerte" kann es nicht geben, denn m a n k a n n e i n e S a c h e n u r e i n m a l d e s i g n i e r e n (siehe dazu auch [D2]). Das einzusehen sollte eigentlich keine Schwierigkeiten bereiten: Eine Rose ist eine Rose, ist eine Rose, ... und ein Elektron ist ein Elektron, ist ein Elektron, ...

Aus der Tatsache, daß ein Objekt nur einmal designiert werden kann, und es somit auch nicht mehrere "Wahrheitswerte" für ein Objekt geben kann, folgt im Umkehrschluß jedoch nicht, daß prinzipiell nur eine Negation existiert, wie dies die klassische Logik zu suggerieren scheint. Akzeptiert man nämlich, daß es im logischen Diskurs unterschiedliche Standpunkte (unterschiedliche Situationen, viele mögliche Welten, etc.) geben kann, dann läßt sich eine (und nur eine) davon designieren, aber es lassen sich mehr als nur eine negieren, d.h. nicht-designieren. Um dies zu verdeutlichen, wurden in "*Again Computers...*" zwei verschiedene Symbole F, F (für 'false') und nur ein Symbol T (für 'true') eingeführt. Um die Verbindung zu dieser Arbeit herzustellen, wird in der nachfolgenden Belegungstafel (Abb_7[D4]) diese Symbolik noch einmal mit aufgeführt.

In der Belegungstafel in der Abb_7[D4] wurden die drei Vermittlungsstellen der drei Kontexturen jeweils durch Verbindungslinien markiert, um den Zusammenhang zur Abb_6[D1] zu verdeutlichen.

Wie lassen sich die Symbole in der Belegungstafel der Abb_7[D4] interpretieren ?

Die Ziffern lassen sich, wie schon erwähnt, als Stellenwerte interpretieren. Wenn 1 zur 'Position' erklärt (designiert) wird, dann erscheinen die Ziffern 2 und 3 sozusagen als 'Negationen' zur Position 1, d.h. sie sind nicht-designiert. Das ist eine Interpretation im Rahmen der Günthersche Stellenwertlogik, die – wie weiter oben schon erwähnt – von Günther in seinen Arbeiten sehr häufig verwendet wird und die immer noch einen sehr stark klassischen Aspekt beinhaltet, also noch keine Polykontexturallogik begründet. Das ist nicht verwunderlich, denn es war Gotthard Günther, der die Grenze zwischen der klassischen Logik zu der von ihm eingeführten trans-klassischen Logik gezogen hat, somit bewegt er sich ganz zwangsläufig häufig auch auf der Grenze zwischen klassischer und trans-klassischer Logik.

Eine andere und sehr viel allgemeinere Interpretation der Ziffernsymbole in der Tafel (a) in Abb_7 ergibt sich, wenn man diese Ziffern als Teil eines Musters, eines Morphogramms auffaßt, welches durch die Gesamtheit der Ziffern in einer Spalte und ihrer Stellungen zueinander bestimmt ist. Um diesen Aspekt zu visualisieren, wurden in der Tafel (c) der Abb_7 Symbole eingeführt, die keine quantitativen Werte mehr suggerieren. Diese

Symbole wurden von Günther als Kenozeichen eingeführt, was soviel wie Leerstellenzeichen bedeutet (kenos (altgriech.) = leer). Die gesamte Sequenz, das ist in der Abb_7c jeweils eine der drei Spalten, wird als Morphogramm bezeichnet. Zur Veranschaulichung sind in Abb_8 und Abb_9[D6] einige Morphogramme dargestellt.

Mit diesen Morphogrammen lassen sich nicht nur Kontexturen indizieren, sie können auch als Zahlen, sogenannte Kenozahlen interpretiert werden, mit denen man nicht nur Kontexturen indizieren sondern auch rechnen kann. Die Regeln für die Verknüpfung von Kontexturen, Kenosequenzen oder Morphogrammen sowie das Rechnen mit Kenozahlen sollen an dieser Stelle nicht weiter diskutiert werden, das würde den Rahmen sprengen. Das ist Inhalt der Kenogrammatik bzw. der Morphogrammatik und der Theorie der qualitativen Zahlen.[[25]]

7

Kehren wir zu dem Ausgangspunkt der Diskussion, nämlich dem Verhältnis Heterarchie-Hierarchie zurück und fassen noch einmal kurz zusammen:

Aus der sich an die Relation (7)[[26]] anschließenden Diskussion wurde deutlich, daß sich im Rahmen der Modallogik, d.h. im Modell vieler-möglicher-Welten die von McCulloch geforderte nicht-Transitivität für Nebenordnungen nicht darstellen läßt. Der Grund dafür ist relativ einfach einzusehen: Die Modallogik ist wie die klassische Aussagenlogik eine wahrheits-definite Logik. Das bedeutet, daß diese Logiken zur Modellierung von Zuständen geeignet sind: Etwas ist oder es ist nicht. Mit anderen Worten: Man kann etwas designieren (und zwar nur einmal!) oder man kann es nicht-designieren (dann ist da nichts!) – ein Drittes ist ausgeschlossen. Wahrheitsdefinite Logiken sind daher nicht für die Modellierung von Prozessen geeignet, die sich durch ihre Nebenordnung, d.h. durch parallele Simultaneität auszeichnen, und dazu gehören alle mentalen Prozesse, wie Lernen, Denken, Wahrnehmen oder Entscheiden (siehe auch: [A6]).

Das alles mag etwas überraschend erscheinen, denn wir haben gelernt, daß die Übergänge zwischen verschiedenen Zuständen, wie sie beispielsweise in der Physik oder Chemie vorkommen, die wir als Prozesse bezeichnen, daß wir diese Übergänge/Prozesse mit Hilfe

---

[25] a) R. Kaehr, *Materialien zur Formalisierung der dialektischen Logik und Morphogrammatik 1973-1975*, in: Gotthard Günther, Idee und Grundriß einer nicht-Arsitotelischen Logik, Felix Meiner Verlag, Hamburg, ²179.
b) E. Kronthaler, *Grundlegung einer Mathematik der Qualitäten – Zahl-Zeichen-Spur-Tao*, Peter Lang Verlag, Frankfurt, 1986.
c) R. Kaehr & Th. Mahler, *Morphogrammatik – Eine Einführung in die Theorie der Form*, in: Klagenfurter Beiträge zur Technikdiskussion, Heft 65, 1993.
d) Siehe auch: Rudolf Kaehr, *KOMPASS - Expositionen und Programmatische Hinweise zur weiteren Lektüre der Schriften Gotthard Günthers*: http://guenther.uni-klu.ac.at/kae_01wt.htm
e) R. Kaehr & J. Ditterich, E*inübung in eine andere Lektüre: Diagramm einer Rekonstruktion der Güntherschen Theorie der Negativsprachen*, Philosophisches Jahrbuch, 86. Jhg., 1979, S. 385-408. (siehe auch www.vordenker.de).

[26] In dem Begleitmaterial_[A5] findet sich eine Zusammenfassung aller in dem vorliegenden Artikel aufgeführten Formeln.

von Differentialgleichungen mathematisch beschreiben werden können. Diese Vorstellung einer sequentiellen Abfolge von Zeitpunkten, die ja dem Modell der Differentialrechnung zugrunde liegt, war so erfolgreich, daß wir auch alle anderen Vorgänge/Prozesse, seien es nun Vorgänge in der Wirtschaft, im sozialen Bereich, in der Biologie, der Medizin, oder aber in der Gehirnforschung mit Hilfe dieses Modells zu beschreiben versuchen. Es ist gerade so, als sei dies eine von Gott gegebene nicht in Frage zu stellende Realität, denn andere Prozeßabläufe kennen wir nicht, weil wir sie auch nicht messen können und offensichtlich gilt heute nur das als wissenschaftliche Realität, was meßbar ist. Das ist aber genau das, was man unter einer positiv-sprachlichen Beschreibung versteht. Es ist, wenn man so will, eine positivistische Sicht der Welt. Ein (physikalischer) Zustand ist oder er ist nicht und wenn ein solcher Zustand existiert, dann lassen sich auch die Übergänge von einem Ausgangszustand zu einem Endzustand als eine Folge von Zwischenzuständen denkend mit Hilfe der (zeitlosen) Mathematik beschreiben (siehe auch: [B1]). Auch unsere heutigen Computer funktionieren nach diesem Prinzip:

> Alle heute bekannten Algorithmen bilden immer nur Prozesse im Sinne von Übergängen zwischen verschiedenen Zuständen ab, und damit sind diese Algorithmen immer (zeit)sequentiell darstellbar und zwar unabhängig davon, welche Programmiersprache für ihre Implementierung verwendet wird (siehe auch: Datei_[B3]).

Aus diesem Grunde lassen sich alle heute bekannten Algorithmen im Funktionsmodell einer Turing Maschine darstellen oder anders gewendet, ein Algorithmus wird heute als eine Turing-berechenbare Funktion angesehen.

Die Funktionalität einer Turing Maschine ist durch strenge Sequentialität bestimmt – sie ist sozusagen der Inbegriff der Sequentialität –, d.h. alle (Rechen)Operationen laufen sequentiell ab, hier gilt für den zeitlichen Verlauf der einzelnen Operationsschritte das Transitivitätsgesetz streng[B4]. Mit anderen Worten: Mit dem Funktionsmodell der Turing Maschine lassen sich nur hierarchische Prozeßabläufe modellieren und implementieren aber niemals heterarchisch strukturierte Prozesse – das ist eines der grundlegenden Probleme aller – wie auch immer erarbeiteten – Konzeptionen von künstlicher Intelligenz in der heutigen Computerwissenschaft.[[27]]

Für eine Computerwelt mit vermittelten Kontexturen, wie dies in der Abb_6[D1] symbolhaft dargestellt wurde, bedeutet dies zunächst einmal, daß einige Begriffe festgelegt werden müssen, die es in der Computerwelt der Turing Maschine – das ist eine monokontexturale Welt, eine Welt mit nur einer Kontextur – so nicht gibt:

> Alle Übergänge oder Prozesse innerhalb einer Kontextur – also i n t r a -kontextural – sind *hierarchisch* strukturiert, während die i n t e r -kontexturalen Übergänge, – also die Übergänge zwischen den verschiedenen Kontexturen – *heterarchische* Strukturen

[27] Siehe dazu:
a) E. von Goldammer, *Zeit-Mehrzeitigkeit-Polyrhythmie* oder *das polylogische orchestrion*, in: Theorie – Prozess – Selbstreferenz, (Oliver Jahraus & Nina Ort, hrsg.), UVK-Verlagsgesellschaft, Konstanz, 2003, p.129-185. (preprint in: www.fh-dortmund.de)
b) E. von Goldammer, *Betrachtungen über eine bekannte Unbekannte: Die Zeit*, in: www.vordenker.de

liefern. Das ist sozusagen die Definition von heterarchischen Prozeßstrukturen im Sprachrahmen der Polykontexturaltheorie.

- Begründung der Definition von Heterarchie:

  Intra-kontextural gilt für den zeitlichen Verlauf von Prozessen grundsätzlich das Transitivitätsgesetz – das ist sozusagen die Welt der Physik oder allgemeiner, die Welt der Naturwissenschaft: eine monokontexturale Welt, die Welt der heutigen Computer.

  Die inter-kontexturalen Prozeßabläufe sind als Prozesse grundsätzlich nicht-transitiv. Das Transitivitätsgesetz läßt sich hier nicht anwenden, denn es ist nur intra-kontextural – also innerhalb einer Kontextur – gültig. Damit sind die inter-kontexuralen prozessuralen Übergänge nicht im Sinne einer klassisch sequentiellen zeitlichen Abfolge von Zuständen darstellbar. Sie stellen im Sinne von McCulloch nebengeordnete, also heterarchische Prozesse dar.

Da es jedoch keine "reinen" inter-kontexturalen Prozesse geben kann, so wie man eine Substanz als reine Substanz isoliert oder einen hierarchisch strukturierten Prozeß beobachten kann[[28]], bedeutet dies, daß es sich bei allen mentalen Prozessen immer um ein Wechselspiel von heterarchisch und hierarchisch strukturierten Prozessen handeln muß. Etwas vereinfacht ausdrückt bedeutet dies, daß im Verlauf eines Entscheidungsprozesses die Designation eines Standpunktes (oder besser: einer Kontextur oder eines ganzen Verbunds von Kontexturen[[29]]) einer Entscheidung für etwas gleichkommt, auf die dann eine Handlung, eine Aktion folgen kann. Handlungen oder Aktionen lassen sich jedoch immer monokontextural beschreiben – das ist die Welt der positiv-sprachlichen Wissenschaften wie der Physik, der Chemie, es ist die Welt der Quantitäten und auch die Welt der heutigen Computer sowie die des dahinter liegenden Gedankengebäudes des logischen Positivismus.

Der Prozeß der Entscheidung selbst, also bevor es zu einer Designation kommt, ist ganz wesentlich durch inter-kontexturale, d.h. nicht-designative Vorgänge (Prozesse) bestimmt. Da es sich um Prozesse und nicht um einen Zustand handelt, bedeutet nicht-Designation soviel wie Negation von etwas, was sich jedoch auf anderes bezieht, also Negation eines Standpunktes (einer Kontextur, eines Verbunds von Kontexturen), der sich nur in Relation zu anderen Standpunkten sinnvoll begründet.[[30]] Auf diese Weise kommt es zu einer Folge

[28] Jeder physikalische Prozeß, der übrigens immer mit einem Austausch von Energie verbunden ist, läßt sich beobachten und ist, wie schon mehrfach betont, hierarchisch strukturiert. Es handelt sich immer um einen Übergang von einem physikalischen Zustand in einen anderen.

[29] Ein Verbund von mehreren Kontexturen ist möglich, wenn anstelle der Stellenwerte zu Kenozahlen für die Indizierung von Kontexturen übergegangen wird. Im Rahmen der Stellenwertlogik macht ein Verbund von mehreren Kontexturen wenig Sinn.

[30] Anmerkung: 'Negation von etwas was sich auf anderes bezieht' gibt es in einer wahrheits-definiten, einer positiv-sprachlichen Logik nicht. Beispiel: Die Aussage A = 'Ein Elektron ist.' bedeutet, wie sich jeder denken kann, da ist etwas (Designation), was wir 'Elektron' nennen: "Ein Elektron ist ein Elektron". Wird die Aussage A nun negiert, also non-A, dann bedeutet dies: 'Ein Elektron ist nicht.' und das bedeutet: 'Nichts', oder "Es gilt nicht: Ein Elektron ist ein Elektron". Einen Bezug zu irgend etwas anderem (einem Dritten) kann es nicht geben – *tertium non datur* - oder zu Deutsch: Satz vom ausgeschlossenen Dritten, der sich aus der Tautologie von: $A \vee \sim A = w$ ergibt. Anders sieht die Situation bei dem Beispiel des 2-adrigen Kabels aus, wie man sich an diesem Beispiel sehr leicht überlegen kann. Die Standpunkte müssen miteinander vermittelt sein, sonst macht es keinen Sinn von einem Standpunkt überhaupt zu sprechen. Am Beispiel des 2-adrigen Kabels läßt sich das sehr gut

von Negationen, zu Negationsketten und/oder zu Negationszyklen, für die der Begriff der Negativsprache von Günther eingeführt wurde.[[31]] Das ist die potentielle Welt der Qualitäten, einer Wissenschaft, die Subjektivität einschließt und nicht *a priori* ausgrenzt, wie dies in der Welt der Naturwissenschaften geschieht.

Entscheidend bei dieser etwas vereinfachten Betrachtungsweise ist jedoch, daß beide Prozesse, nämlich der der Kognition und der der Volition, sich nicht voneinander trennen lassen, wie dies aus der obigen Beschreibung, die zwangsläufig wiederum sequentiell sein muß – weil man anders nicht sprechen oder schreiben kann, – suggeriert wird. —

Man kann auch sagen, daß Kognition und Volition ein untrennbar miteinander verwobenes Geflecht eines dialektischen Wechselspiels einer heterarchischen und hierarchischen Prozessualität darstellt (siehe auch: [C4])

F*azit*: Es sind also die inter-kontexturalen Übergänge, die Diskontexturalitäten, welche für die heterarchische Struktur verantwortlich sind. Es sind diese Übergänge, die positivsprachlich nicht modellierbar sind und daher zum Begriff der 'Negativsprache' als Komplement zur (intra-kontexturalen) Positivsprache geführt haben. [[32]]

Ersetzen wir das Symbol ' $\succ$ ' aus der Relation (7) (siehe: Datei_[A5]) durch die Implikation ' $\to$ ' so ergibt sich für (7b):

$$[(a \to b)_{s1} \wedge (b \to c)_{s2}] \to (a \leftarrow c)_{s3} \qquad \text{\_7b)}$$

In einer 3-kontexturalen Darstellung $L^{(3)} = (L_1, L_2, L_3)$ ergibt sich dann entsprechend:

$$L^{(3)} : \begin{cases} L_1 & (a_1 \to b_1) \wedge (b_1 \to c_1) \to (a_1 \to c_1) \\ L_2 & (a_2 \to b_2) \wedge (b_2 \to c_2) \to (a_2 \to c_2) \\ L_3 & (a_3 \leftarrow b_3) \wedge (b_3 \leftarrow c_3) \to (a_3 \leftarrow c_3) \end{cases} \qquad \text{\_10a)}$$

was sich in Kurzform wie folgt darstellen läßt:

$$L^{(3)} : \quad (a \to\to\leftarrow b) \wedge\wedge\wedge (b \to\to\leftarrow c) \to\to\to (a \to\to\leftarrow c) \qquad \text{\_10b)}$$

Die Relation (10) stellt einen Verbund von drei Kontexturen dar, die miteinander vermittelt sind, d.h. es lassen sich logische Operationen *zwischen* den Kontexturen (oder Standpunkten, je nachdem wie man das interpretieren möchte) selbst durchführen. Im allgemeinen handelt es sich bei diesen Operationen um Negationen. Im Rahmen der Stellenwertlogik wurden von Günther auch Konjunktionen, Disjunktionen und Implikationen diskutiert, die sich immer auf die verschiedenen – durch die Stellenwerte indizierten – Kontexturen beziehen. Dazu sei noch einmal auf die Tafel in der Abb_7[D4] verwiesen, wo dies exemplarisch dargestellt wurde. In den Tafeln der Abb_10[D5] sind weitere logische Verknüpfungen für vier Stellenwerte (Standpunkte) zusammenfassend abgebildet. Mit

---

nachvollziehen (was die Vermittlung von Standpunkten angeht, sei noch einmal auf Abb_7[D4] verwiesen).

31 Gotthard Günther, *Identität, Gegenidentität und Negativsprache*, (Siehe Ref. 8 und www.vordenker.de)

32 Siehe dazu Ref. 8.

Hilfe der Tafel in Abb_7, bzw. den Grundoperationen[D3], lassen sich diese Tafeln relativ einfach nachvollziehen. Hier soll das jedoch nicht weiter verfolgt werden.

Was für die vorliegende Diskussion entscheidend ist, sieht man bereits aus der Relation (10) im Zusammenhang mit der Relation (7b). Während es in der Modallogik keine logischen Operationen zwischen den verschiedenen möglichen Welten s_1, s_2, ... gibt, ist in der Polykontexturallogik (hier vereinfacht durch die Stellenwertlogik dargestellt) eine Implikationskette

$$(a_1 \rightarrow b_1) \wedge (a_2 \rightarrow b_2) \rightarrow (a_3 \leftarrow b_3)$$

sehr wohl definiert und damit möglich, da sich die Indizes auf logische Kontexturen beziehen und ein Regelwerk existiert, welches Übergänge zwischen den Kontexturen erlaubt.

* * *

Abschließend soll das Problem, um welches es geht, noch einmal von einer anderen Seite her exemplarisch beleuchtet werden, eine Facette, welche aus der Praxis des maschinellen Schließens jedem bekannt ist, der sich schon einmal in der Schule mit Logik befaßt hat. Die beiden folgenden Beispiele, die auf den ersten Blick läppisch erscheinen, stehen für eine Reihe analoger Fälle, die von fundamentaler Bedeutung für die Logikforschung bzw. die Künstlichen Intelligenz sind.

Dazu formulieren wir unser (Früchte-)Beispiel (5)

> "WENN die Person P (den Apfel) *a* gegenüber (der Birne) *b* bevorzugt UND die Person P (die Birne) *b* gegenüber (der Banane) *c* bevorzugt, DANN folgt daraus, daß die Person P (den Apfel) *a* gegenüber (der Banane) *c* bevorzugt."

etwas um und betrachten es jetzt aus der Sicht eines Händlers. Wir verwenden als logische Schlußfigur den bekannten Kettenschluß,

$$\frac{a \rightarrow b \quad b \rightarrow c}{a \rightarrow c},$$

mit folgenden Aussagen für die Variablen a, b und c:

a := *Die Äpfel werden vor der Reife gepflückt und zum Kauf angeboten.*	b := *Die Birnen werden beim Kauf bevorzugt.* c := *Die Äpfel verfaulen.*

Daraus ergibt sich:

Wenn die Äpfel vor der Reife gepflügt und zum Kauf angeboten werden, dann werden die Birnen beim Kauf bevorzugt.	$(a \rightarrow b) =_{def} A$	
Wenn die Birnen beim Kauf bevorzugt werden, dann werden die Äpfel verfaulen.	$(b \rightarrow c) =_{def} B$	_11a)
Es folgt: Wenn die Äpfel vor der Reife gepflügt und zum Kauf angeboten werden, dann werden die Äpfel verfaulen.	$(a \rightarrow c) =_{def} C$	

In die übliche (aussagenlogische) Form umgeschrieben ergibt sich für (11a):

$(a \rightarrow b) \wedge (b \rightarrow c) \rightarrow (a \rightarrow c)$:= syntaktisch immer wahr (Tautologie) _11b)

Man kann sich leicht davon überzeugen, daß diese Formel für alle Belegungen der logischen Variablen a, b und c mit den logischen Werten w (wahr) und f (falsch) immer wahr ist, d.h. diese Formel stellt syntaktisch eine Tautologie dar. In der Tafel_12 (Spalte 8) ist dies für die Schlußfigur (11) exemplarisch gezeigt.[B5]

Sehen wir uns noch ein weiteres Beispiel an, nämlich die folgende (konjunktive) Schlußfigur,

$$\frac{a \rightarrow c}{a \wedge b \rightarrow c}$$

die sich wie folgt umschreiben läßt:

$$(a \rightarrow c) \rightarrow ((a \wedge b) \rightarrow c)$$

Auch dieser Schluß ist für alle Belegungen von a, b und c immer wahr, d.h. auch diese Schlußfigur stellt aus syntaktischer Sicht eine Tautologie dar. Setzen wir nun für die Aussagevariablen a, b und c folgende Aussagen

a := *Das Bruttosozialprodukt steigt.*
b := *Der Personalbestand wird stetig verringert.*
c := *Die Arbeitslosenzahl nimmt ab.*

ein, dann erhalten wir:

Wenn das Bruttosozialprodukt steigt, dann nimmt die Arbeitslosenzahl ab.	$(a \rightarrow c)$	_12)
Es folgt: Wenn das Bruttosozialprodukt steigt UND der Personalbestand stetig verringert wird, dann nimmt die Arbeitslosenzahl ab.	$(a \wedge b) \rightarrow c$	

Obwohl beide Schlußfiguren syntaktisch jeweils eine Tautologie darstellen, d.h. für alle Belegungskombinationen der Aussagevariablen a, b und c mit den logischen Werten w (wahr) und f (falsch) immer logisch wahr sind, und obwohl die beiden Prämissen in (11a), nämlich ($a \rightarrow b$) und ($b \rightarrow c$) erfüllt sein können, muß die Konklusion ($a \rightarrow c$) dennoch nicht stimmen, wie das Beispiel (11a) zeigt.

Entsprechendes gilt auch für den Schluß (12) mit der Prämisse ($a \rightarrow c$) und der Konklusion $(a \wedge b) \rightarrow c$.

Das Problem liegt hier – aus logischer Sicht (!) – auf dem Unterschied zwischen der Objektsprache (Syntax) der Formeln auf der einen Seite und der Metasprache (Semantik), also der Bedeutung der Formeln auf der anderen Seite. Genau das bereitet dem Computer, oder etwas korrekter, dem Softwaredesigner große Schwierigkeiten.

Im Sprachrahmen der klassischen (Standard- und/oder nicht-Standard-)Logiken wird ein hierarchisches Ordnungsverhältnis vorausgesetzt, welches eine Vermittlung der beiden Sprachebenen nicht zuläßt. Bereits der Begriff 'Metasprache' macht deutlich, daß es sich nicht um eine Nebenordnung handeln kann – Nebenordnungen werden heute in der Logikforschung im allgemeinen gar nicht erst diskutiert. Daran ändert auch die Verwendung der verschiedenen[[33]] nicht-Standard-Logiken nichts, denn auch diese kennen nur e i n e Logik, die wiederum wahrheits-defnit und damit auschließlich positiv-sprachlich verwendbar ist. Das Problem der Vermittlung, der Modellierung von Nebenordnungen, wird auf diese Weise niemals gelöst werden.

[33] Anmerkung: Neben der Modallogik gibt es eine Vielzahl weiterer sogenannter nicht-Standard-Logiken, die alle wahrheits-definit und damit auch monokontextural sind.

Ein ähnliches grundlegendes Problem, wie das in (11) und (12) angedeutete, stellt auch die Implikation mit falschem Vordersatz dar, das bekannte *ex falso sequitur quodlibet* (aus Falschem folgt Beliebiges), was häufig wie folgt formuliert wird (siehe dazu auch Tabelle_12 (Spalte 9, Zeile 5):

$$\sim a \rightarrow (a \rightarrow b)$$ [[34]].

Wenn a falsch und folglich $\sim a$ wahr ist, so impliziert a jede beliebige Aussage. Dieser Satz, der in der klassischen Aussagenlogik wahr ist, wird zwar in der Relevanzlogik und in den meisten parakonsistenten Logiken zurückgewiesen, aber das Problem, welches sich nur durch den Inhalt, also die Semantik ergibt (syntaktisch, d.h. objektsprachlich – also mathematisch – ist die Formel korrekt), wird damit jedoch nicht gelöst, es wird nur verschoben.[[35]]

Eine befriedigende Lösung dieser Probleme ist nur vor dem Hintergrund der logischen Vermittlung von Objekt- und Metasprache möglich.[[36]] Das setzt aber nebengeordnete (Denk-)Strukturen und damit das entsprechende logische Handwerkszeug voraus. Mit anderen Worten: Es sind verschiedene Logiksysteme notwendig, die miteinander durch entsprechende Operatoren vermittelt sind und nicht unvermittelt nebeneinander oder übereinander stehen. Die Günthersche Stellenwertlogik zeigt, wie das Problem gelöst werden kann und erlaubt bereits erste vermittelnde (auf Nebenordnungen basierende) Modellierungen von Objekt- und Metasprache, wenn auch eine Implementierung auf der Basis der Stellenwertlogik nicht befriedigend gelöst werden kann. Hierzu bedarf es der Kenoarithmetik, der Morphogrammatik, aber das ist eine Thematik, die an dieser Stelle zu weit führen würde (siehe auch Diskussion in [C5]).

---

[34] Die Tilde steht hier – wie schon weiter oben - für die klassische Negation, also $\sim a$ (sprich: nicht-a)

[35] siehe z.B.: http://www.earlham.edu/~peters/courses/logsys/nonstbib.htm
http://www.phillex.de/logik.htm

a) G. Priest, R. Routley, J. Norman (eds.) in: Paraconsistent Logic – Essays on the Inconsistent, Philosophia Verlag, München, 1989; siehe: http://plato.stanford.edu/entries/logic-paraconsistent/

b) G. Priest, *In Contradiction – A Study of the Transconsistent*, Martinus Nijhoff Publ., Dodrecht, 1987.

c) siehe auch: Rudolf Kaehr, *Neue Tendenzen in der KI-Forschung - Metakritische Untersuchungen über den Stellenwert der Logik in der neueren Künstlichen-Intelligenz-Forschung*, Stiftung Warentest, 1980; in: www.vordenker.de

b) Anmerkung: Auch der *Calculus of Indication* (CI) von Spencer Brown trägt hier nichts zur einer Lösung des Problems bei, denn nimmt man den CI aus technischer Sicht ernst, dann entspricht dieser zweiwertige nicht-selbständiger Kalkül dem Konzept des Maxwellschen Dämons der Thermodynamik. Mit letzterem kann man aber ebensowenig eine Wäremkraftmaschine bauen, wie man mit dem CI einen Computer bauen kann (siehe dazu: Ref. 13 und Ref. 35c) – siehe dazu [C5]

[36] Anmerkung: Es gibt eine ganze Reihe von Versuchen, diese Problematik des "Schließens mit unsicherem Wissen", wie das häufig genannt wird, zu lösen. Alle dies Versuche sind jedoch nur sehr begrenzt verwendbar und bereits die Vielzahl der verschiedensten Lösungsvorschlägen macht deutlich, daß das Problem bisher nicht befriedigend gelöst wurde. Eine gute Übersicht über die verschiedenen Methoden findet sich in:
Léa Sombé, *Schließen bei unsicherem Wissen in der Künstlichen Intelligenz*, Vieweg Verlag, 1989.

Zusammenfassend läßt sich festhalten:

Die Einführung des Begriffs der 'Heterarchie' als komplementäre Beschreibungskategorie zum Begriff der 'Hierarchie' hat – sobald ein derartiger Begriff wissenschaftlich reflektiert wird – zur Folge, daß beide Begriffe eine schärfere wissenschaftliche Begriffsbestimmung erfahren. Dies ist aus anderen Gebieten der Wissenschaft, wie beispielsweise der Physik, ein bekanntes Phänomen. Man denke dabei nur an den Übergang von der klassischen Newtonschen Mechanik zur Quantenmechanik.

Die Tatsache, daß der Begriff der Heterarchie vom Mainstream der Scientific Community bis heute kaum Beachtung gefunden hat, liegt sicherlich auch an den weitreichenden wissenschaftlichen, philosophischen, sozialen und technischen Konsequenzen, welche die Verwendung und die technische Umsetzung des dialektischen Wechselspiels von heterarchischen und hierarchischen Prozeßstrukturen mit sich bringt. Da ist vor allem die Erkenntnis, daß es Prozesse gibt, die sich nicht mehr sequentiell darstellen lassen, und die aus diesem Grunde nicht mehr mit den herkömmlichen Methoden der Mathematik und Logik beschrieben werden können, d.h. diese Prozesse entziehen sich grundsätzlich einer positiv-sprachlichen wissenschaftlichen Beschreibung. Da zu dieser Kategorie von Prozessen alle mentalen Prozesse gehören, kann man auch davon sprechen, daß Leben sich gerade und besonders durch eine derartige Prozessualität, d.h. durch ein dialektisches Wechselspiel von heterarchischen und hierarchischen Prozessen auszeichnet. Im Umkehrschluß bedeutet das: Man kann diese Prozesse nicht messen, so wie man beispielsweise die Intensität von elektromagnetischen Wellen messen kann. Da aber – bedingt durch die Dominanz der Naturwissenschaften – der Glaube, daß nur das, was meßbar ist, Realität besitzt, so tief in uns verwurzelt ist, bereitet die Vorstellung der Existenz derartiger Prozeßstrukturen ganz offensichtlich gewaltige intellektuelle Schwierigkeiten.

Es ist daher nicht verwunderlich, daß alle Modelle, Simulationen und Implementierungen "intelligenter" Systeme, wie sie heute von der KI-Forschung angeboten werden, ausschließlich im Rahmen des Denkmodells der Church-Turing-These entwickelt wurden und sich daher auf hierarchische, also sequentiell ablaufende Prozeßstrukturen beschränken. Das sind jedoch immer Prozesse, die sich durch Übergänge zwischen verschiedenen Zuständen mit Hilfe gedachter diskreter Zeitpunkte sequentiell – im Sinne des Transitivitätsgesetzes – wie auf eine Perlenschnur aufreihen lassen. In einer intelligent und kontrovers geführten Diskussion mit der "Crème de la crème" der KI-Forschung über sein Buch *The Emperor's New Mind*, welche 1990 in BBS stattfand, beschreibt Roger Penrose die Situation wie folgt[[37]]:

> "It is a remarkable fact that any computational process whatever (that operates with finite discrete quantities) can be described as the action of some Turing machine. This, at least, is the contention of the so-called Church-Turing thesis, in its original mathematical form. Support for this thesis comes partly from Turing's careful analysis of the kinds of operation one would actually consider as constituting a computational or algorithmic process, and partly from the striking fact that all the various alternative proposals for what an "algorithm" should mean (put forward at around the same time by Church, Kleene, Gödel, Post, and others) have turned out to be completely

[37] R. Penrose, *Précis of The Emperor's New Mind: Concerning computers, minds, the laws of physics*, Behavioral and Brain Sciences (1990)13, 643-705.

> equivalent to one another. Some of these proposals had the initial appearance of being completely different, so their equivalence is a strong indication of the fact that they are merely alternative ways of describing an absolute abstract mathematical concept, that of computability, (which is independent of any particular realization of it that one may care to adopt.) In addition to an extended and detailed description of Turing machines, I give a brief description of Church's remarkable calculus in Emperor, pp. 66-70)."

Es zeigt sich also, daß völlig neue Formen des Denkens erforderlich werden[38], wenn die Komplexität derart vernetzter Prozeßstrukturen modelliert und implementiert werden soll – Prozeßstrukturen, die sich heute in vielen Bereichen der modernen Gesellschaft widerspiegeln, die ohne adäquate Denkwerkzeuge, ohne adäquate theoretische Modelle kaum je sinnvoll reflektiert werden können:

"Unsere signifikanten Probleme können wir nicht auf der gleichen Ebene des Denkens lösen, auf der wir sie geschaffen haben."

Dieses Zitat, welches Albert Einstein zugeschrieben wird, stimmt heute mehr denn je. Allerdings hat ein vergleichbarer Paradigmenwechsel, wie er im vergangenen Jahrhundert beispielsweise das Denkgebäude der Physik erschüttert hat, bis heute nicht stattgefunden.

****

Autor: *Eberhard von Goldammer*
e-Mail: vgo@xpertnet.de
This material may be freely copied and reused, provided the author and sources are cited.
copyright 2003 *eberhard von goldammer*

Im Kontext des in diesem Beitrag unternommenen 'knowledge recycling' siehe auch:
Rudolf Kaehr, *Skizze einer graphematischen Systemtheorie*

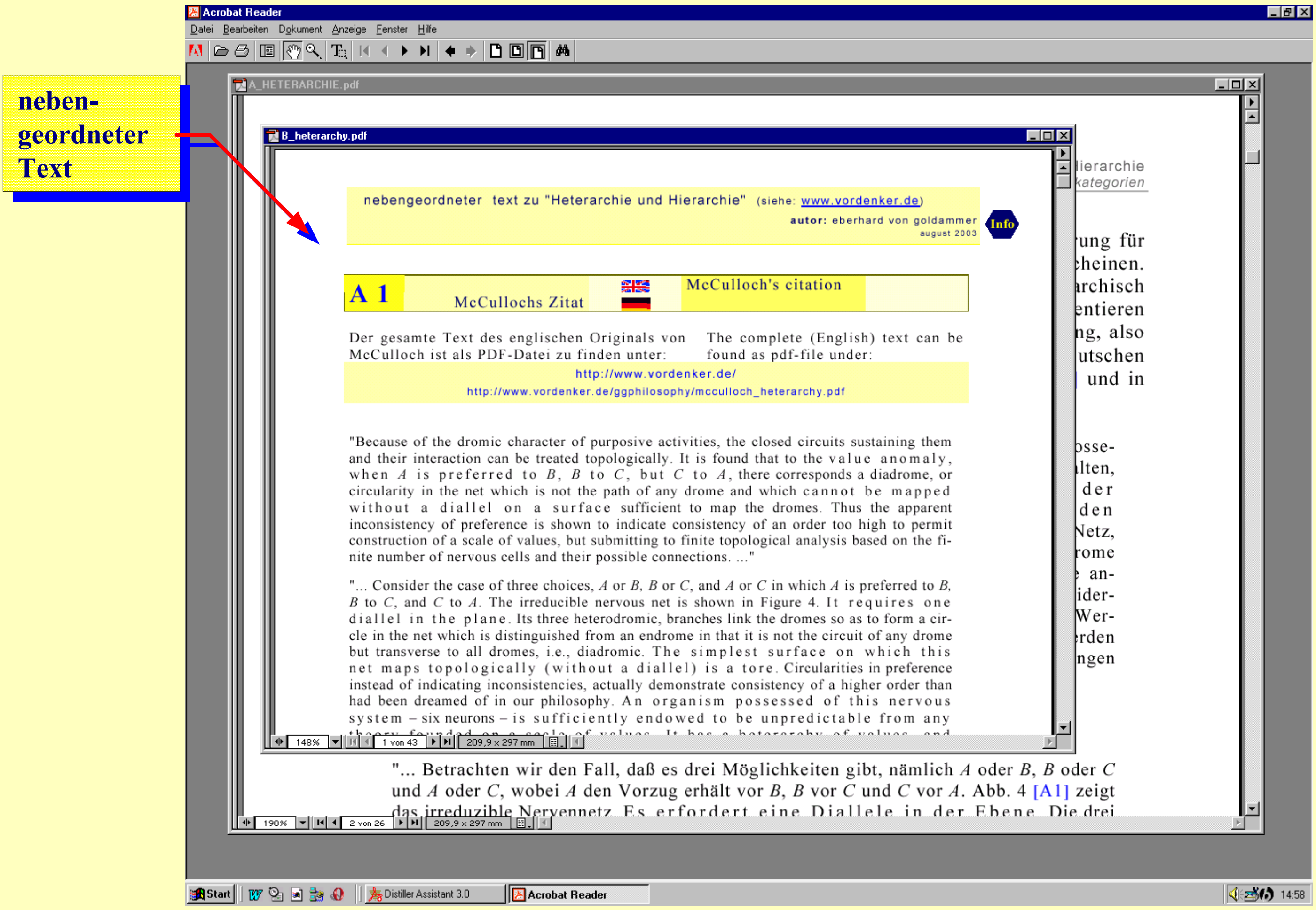
[38] R. Kaehr, *Diskontexturalitäten: Wozu neue Formen des Denkens? Zur Kritik der logischen Voraussetzungen der Second Order Cybernetics und der Systemtheorie.*
in: http://www.vordenker.de/ggphilosophy/diskontext.htm

zurück |⟶

Ein kleiner Hinweis für die Verwendung der Dateien:

Zum Lesen sind zwei pdf-Dateien notwendig, die Datei <a_heterarchie.pdf>. In dieser Datei steht der fortlaufende Text. In dem Text sind alle blau markierten Fußnoten verknüpft. Daneben gibt es Verknüpfungen in den "nebengeordneten Text" <b_heterarchie.pdf>. Diese Datei sollte ebenfalls in den Acrobat-Reader geladen werden, wobei das Fenster der b_Datei kleiner sein sollte als das Fenster der a_Datei (siehe Abbildung unten). Der Grund dafür ist einfach: Die b_Datei erreicht man von der a_Datei aus durch Mausklick auf die Referenznummern im a_Text. Diese Referenzen bestehen aus einem Buchstaben (von A bis D) und einer Ziffer, z.B. [**A1**]. Durch Mausklick auf diese Referenznummer wird das Fenster mit dem b_Text in den Vordergrund gerückt. Durch Klicken auf das Fenster mit dem a_Text wird dieses Fenster wieder in den Vordergrund gerückt und man kann dann an der Stelle weiterlesen, an der man den Text verlassen hat. Darüber hinaus sind auch die Internet-Adressen verknüpft, es lohnt sich also am Monitor zu lesen.

Achtung: Beim Abspeichern der beiden Dateien (a_ und b_) in einen Ordner sollten auf keinen Fall die Dateinamen verändert werden, denn sonst funktionieren die wechselseitigen Verlinkungen nicht mehr !



zurück |⟶

Copyright 2003 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