

KANT YEARBOOK (Kantovski sbornik), **16**, 75-84 (1991)

Kaliningrad (Königsberg)

MIT KANT FORTSCHREITEN IN DER KÜNSTLICHEN INTELLIGENZ

Grundlagenforschung der Wissensverarbeitung
aus der Sicht der "Kritischen Methodologie". Teil 1

Marco C. Bettoni

*Bisher nahm man an, alle unsere Erkenntnis
müsse sich nach den Gegenständen richten
Immanuel Kant*

ZUSAMMENFASSUNG

Mittels "Wissensverarbeitung" beabsichtigt die KI (Künstliche Intelligenz) die **Funktionen** des menschlichen Denkens (und nicht nur dessen Ergebnissen) im Computer zu realisieren. Dabei bildet "Wissensdarstellung" heute das Hauptproblem, für das zwar viele einzelne Détail-Lösungen in der Praxis gefunden werden, die Grundfragen aber unbeantwortet bleiben.

Mit Hilfe von Kant's Analyse des **begrifflichen Denkvermögens** in der "Kritik der reinen Vernunft" kann eine neue Methodologie - genannt "Kritische Methodologie" - für die Grundlagenforschung auf diesem Gebiet erarbeitet werden.

Bisherige KI-Modelle vernachlässigen das Begriffs-Vermögen, beschränken sich auf die **Begriffe selbst** (Symbol-Dimension, formale Logik) und bevorzugen einseitig einen analytischen (passiven) Gegenstandsbezug (KI-Dogmatismus).

Die Kritische Methodologie betont die Bedeutung - für die Wissensverarbeitung - der **Funktionen aus denen Begriffe entstehen**, führt die zusätzliche Objekt-Dimension ein (zweidimensional, transzendente Logik) und fügt einen synthetischen (produktiven) Gegenstandsbezug hinzu.

Angestrebt wird sowohl eine "operationale Wissensdarstellung" in der Wissen jeder Art als Struktur von **synthetischen Operationen** dargestellt ist, als auch ein integriertes Modell von Wissen (Symbol+Objekt, synthetisch+analytisch).

1. DATEN-VERARBEITUNG UND WISSENS-VERARBEITUNG

Während der letzten 20 Jahren hat sich in den Computer- Wissenschaften und insbesondere in der KI-Forschung ein Wandel von der einfachen Daten-Verarbeitung (DV) zur viel komplexeren Wissens-Verarbeitung (WV) vollzogen. Der Unterschied zwischen den zwei Arten der Verarbeitung lässt sich gut am Beispiel des Schach-Computers erläutern. Der konventionelle Ansatz (DV) besteht im wesentlichen darin, dass der Computer eine möglichst grosse Anzahl Brett-Stellungen (Spielpositionen) zu untersuchen versucht. Bei einer mittleren Spiellage mit 35 möglichen Zügen müssten $6,2 \cdot 10^{18}$ Spielpositionen untersucht werden um die nächsten 12 Zugreihen lückenlos zu bewerten. Mit raffinierten Algorithmen (z.B.

alpha-beta) gelingt es diese Zahl auf $3,1 \cdot 10^9$ zu reduzieren, d.h. dass ca. 16 Millionen Brett-Stellungen pro Sek. untersucht werden müssen, wenn für einen Zug 3 Minuten zur Verfügung stehen. "Deep Thought" [1:16], der z.Z. stärkste Schach-Computer kann bereits 1 Million Stellungen pro Sekunde verarbeiten. Ist es aber wirklich notwendig so "un-intelligent" vorzugehen (operationelle Verschwendung)?

Eine andere Art der Verarbeitung, und zwar eine viel effizientere, ist z.B. jene, die der Mensch verwendet. Experimentelle Studien zeigen, dass ein Meister im Durchschnitt nur ca. 40 Brett-Stellungen in 3 Minuten untersucht!!

Versucht man nun zu verstehen, **wie** der Mensch auf diesem und anderen Gebieten Leistungen erbringt, die denen der Daten- Verarbeitung hoch überlegen sind, so findet man immer wieder, dass "**Wissen**" eine wichtige Rolle spielt. Im Falle des Schachs meint z.B. David N.L. Levy [2:206], dass es sich um einen Spiel handle in dem "...planning and **concept formation** are essential ingredients..." wo also planerisches und begriffliches Wissen, wesentlich dazu beitragen, die kombinatorische Explosion einer vollständigen Analyse zu vermeiden und mit wenigen Denkopoperationen in kurzer Zeit den richtigen Zug zu finden (operationelle Effektivität).

Nun ist eben Wissens-Verarbeitung jene Art der Computer- Verarbeitung, die nicht nur in den Ergebnissen (Spielposition wählen, Spiel gewinnen) sondern auch in den Funktionen und Mechanismen (wenige Operationen / komplexe Methoden) den Menschen nachahmt. Somit ist der Präfix "Wissens-" generell als Hinweis auf mentale Funktionen und Mechanismen zu verstehen, wobei ich hier mit "Funktion" das "Ermöglichen einer Wirkung" meine, oder mit Kant "die Bedingungen der Möglichkeit" einer Wirkung.

2. PROBLEME DER WISSENSVERARBEITUNG

Wissensverarbeitung ist heute deshalb so populär, weil sie auf vielen Gebieten grosse Fortschritte ermöglicht hat, wie z.B. bei der automatischen Übersetzung, bei der Interpretation von Mess-Daten in der chemischen Technik, bei der Diagnose von Krankheiten sowie von technischen Defekten, bei der Konfiguration technischer Systeme, bei der Planung von Projekten, bei der Überwachung industrieller Anlagen usw.

Das Vordringen der Computer in Gebieten die bisher nur dem Menschen vorbehalten waren ist aber nicht nur ein Triumphzug gewesen. Im Gegenteil, es hat dazu beigetragen, Grenzen der maschinellen Informationsverarbeitung zu sehen, die früher ungeahnt waren, und dazu geführt, dass die mentalen Funktionen des Menschen deutlich aufgewertet wurden.

Die Erfahrungen mit der Entwicklung von wissensbasierten Systemen zeigen z.B., dass eine der Hauptschwierigkeiten in der **computergerechten Formulierung** von Wissen liegt, was in der Fachsprache als das "Problem der Wissens-Darstellung" bezeichnet wird. Gleichzeitig mit dem Auftauchen dieser Hürde ist es den Computer-Wissenschaftler auch klar geworden, dass der Mensch seine besseren Leistungen gerade dank seiner viel effizienteren und wirkungsvolleren Wissensverarbeitung und Wissensdarstellung erreichen kann.

Wieso ist es aber so schwierig die im Menschen so optimal funktionierende Wissens-Organisation auch in einer computergerechten Form zu realisieren ?

In der Suche nach den Ursachen dieses Problems gehen die Meinungen der Computer-Wissenschaftler weit auseinander. Für Marvin Minsky liegt die Hauptursache darin, dass die künstliche Wissensverarbeitung zu mangelhaft die

mentalen Prozessen reproduziert. Für John McCarthy dagegen folgt die WV noch nicht genug den Prinzipien der mathematischen Logik. Andere wiederum betrachten die bestehende Lern-Algorithmen (neurale Netzwerke) als zu schwach.

Radikale Kritiker wie H.L.Dreyfus kommen sogar zum Schluss, dass die menschlichen Funktionen der Wissensverarbeitung nicht formalisierbar sind, oder, wie Winograd und Flores die sich auf Heidegger abstützen, dass "one cannot construct machines, that either exhibit or successfully model intelligent behavior" [3:11].

Trotz wertvoller Anregungen vermisse ich in diesen und den anderen Diagnosen das, was aus meiner Sicht die Hauptgründe sind, nämlich:

1) dass in den KI-Forschungen über die "Vernunft" (kognitives System) die von Kant genannte "vorangehende Kritik ihres eigenen Vermögens" [B-XXXV] immer noch fehlt; 2) dass das Fundament der Forschungs-Methoden in der KI immer noch die Annahme ist, "alle unsere Erkenntnis müsse sich nach den Gegenständen richten" (siehe B-XVI).

Was verstehe ich aber unter "Kritik des Vernunft-Vermögens" und womit könnte das genannte Fundament ersetzt werden? Um dies zu erläutern beginne ich im nächsten Abschnitt mit einigen Zitaten aus der KrV, die am Original zeigen sollen, was die KI von Kant lernen könnte. Was ich von Kant gelernt habe zeige ich dann im darauffolgenden Abschnitt, mit einer kurzen Darstellung der Grundprinzipien einer neuen Methodologie für die Forschung auf dem Gebiet der KI, die ich in Anlehnung an Kant "Kritische Methodologie" getauft habe.

3. WAS DIE KI VON KANT LERNEN KANN

Die in diesem Abschnitt zusammengefasste Zitate aus der KrV zeigen in Kürze was in Kants Theorie der mentalen Vorgänge aus der Sicht der "Kritischen Methodologie" wichtig ist.

Als Vorbereitung sei zunächst Kants Definition von Erkenntnis vorangeschickt, wonach diese "ein Ganzes verglichener und verknüpfter Vorstellungen" ist (aus der "Deduktion der reinen Verstandesbegriffe", [A-97]).

Im methodologisch wichtigsten Zitat begründet Kant mit einer sehr einfachen, praxisnahen ("kopernikanischen") Überlegung die neue, heute immer noch revolutionäre Richtung die er für seinen Forschungen gewählt hat (Hervorhebungen von mir):

*"Bisher nahm man an, alle unsere Erkenntnis müsse sich nach den Gegenständen richten; aber alle Versuche über sie a priori etwas durch Begriffe auszumachen, wodurch unsere Erkenntnis erweitert würde, gingen unter dieser Voraussetzung zu nichte. **Man versuche es daher** einmal, ob wir nicht in den Aufgaben der Metaphysik damit besser fortkommen, dass wir annehmen, die Gegenstände müssen sich nach unserem Erkenntnis richten, welches so schon besser mit der verlangten Möglichkeit einer Erkenntnis derselben a priori zusammenstimmt, die über Gegenstände, ehe sie uns gegeben werden, etwas festsetzen soll." [B-XVI]*

Die Grundfrage ist hier, auf welche Weise die Gegenstände sich "nach unserem Erkenntnis", d.h. nach den mentalen Vorgängen unserer Wissensverarbeitung, richten können. Kants Lösung in der KrV ist, dass Gegenstände mental konstituiert werden. Man beachte, dass wir in diesem Falle zwei Klassen von Gegenständen haben, nämlich das Mannigfaltige der physischen Situation (unbestimmt) und das Objekt, das wir mental konstituieren (bestimmt), das auch "Objekt-für-mich" genannt werden kann. Um solche Objekte-für-mich zu konstituieren benutzt das kognitive System (englisch "mind") die Operationen (Handlungen) der Synthesis, welche im Prozess der

Wissensverarbeitung auf 3 verschiedenen Stufen zu finden sind und die notwendig sind um die Einheit (Integration) des Bewusstseins zu begründen.

Kant hat der Synthesis einen hohen Stellenwert zugewiesen und sie sogar zum zentralen Begriff seiner ganzen "kritischen Philosophie" erhoben [4:67]. Ich bin der Meinung, dass wenn es uns gelingen sollte ein brauchbares Modell von Kants Auffassung von "Synthesis" aufzustellen, wir dann in der Lage wären damit in der 'Cognitive Science' einen revolutionären Fortschritt zu vollziehen.

Die erste Definition von Synthesis in der Edition B der KrV ist wie folgt:

"Allein die Spontaneität unseres Denkens erfordert es, dass dieses Mannigfaltige zuerst auf gewisse Weise durchgegangen, aufgenommen, und verbunden werde, um daraus eine Erkenntnis zu machen. Diese Handlung nenne ich Synthesis." [B-102]

"Die Synthesis eines Mannigfaltigen aber (es sei empirisch oder a priori gegeben), bringt zuerst eine Erkenntnis hervor...; die Synthesis ist doch dasjenige, was eigentlich die Elemente zu Erkenntnissen sammelt, und zu einem gewissen Inhalte vereinigt; sie ist also das erste, worauf wir Acht zu geben haben, wenn wir über den ersten Ursprung unserer Erkenntnis urteilen wollen." [B-103]

In dieser Definition können wir vier wichtige Festlegungen finden. Erstens, der Operand auf dem die Synthesis wirkt ist das Mannigfaltige, das entweder a priori oder empirisch sein kann. Zweitens, eine der Teil-Funktionen aus denen die Hauptfunktion Synthesis besteht ist Verbindung (englisch "connection"). Drittens, der Prozess der Wissensverarbeitung, d.h. die Entstehung jedes zusätzlichen Stück Wissens ("eine Erkenntnis", "ein Inhalt") beginnt mit den Operationen der Synthesis. Viertens, man soll zuerst das Vermögen der Synthesis modellieren (nicht die Analysis), wenn man unsere Wissensverarbeitung verstehen will.

In Kants Modell der mentalen Verarbeitung sind die Teil-Funktionen der Synthesis auf verschiedenen Stufen eines komplexen Wissensverarbeitungs-Systems wirksam. Eine der wichtigsten Stufen ist die welche als Ergebnis das "Objekt-für mich", d.h. das konstituierte Objekt, liefert. **Objekte** werden aber im kognitiven System weder als materielle Entitäten produziert ("nicht dem Dasein nach" [B-125]), noch als mentale Kopien der Realität hergestellt: sie werden konstituiert (möglich gemacht, a priori festgelegt [B-125]) **als mentale Operanden** (= "Vorstellungen") durch die Synthesis des Mannigfaltigen.

Verbindung spielt eine zentrale Rolle in Kants Modell. Er führt diesen Begriff in der "Transzendentalen Deduktion der reinen Verstandesbegriffe" ein, der Teil welcher den Kern sowohl der A als auch der B Ausgabe bildet und in der B Ausgabe vollkommen überarbeitet wurde.

Im folgenden Zitat unterstreicht Kant den aktiven, produktiven Wesen der mentalen Funktion die er Verbindung nennt (im Gegensatz zum passiven, re-produktiven Wesen anderer Funktionen), womit klar werden soll, dass Gegenstände im kognitiven System nicht Kopien der physischen Gegenständen sein können, sondern **mental determinierte** Gebilde einer mental aufgebauten, einheitlichen Welt der Wissensverarbeitung:

"Verbindung liegt aber nicht in den Gegenständen, und kann von ihnen nicht etwa durch Wahrnehmung entlehnt und in den Verstand dadurch allererst aufgenommen werden, sondern ist allein eine Verrichtung des Verstandes, der selbst nichts weiter ist, als das Vermögen, a priori zu verbinden, und das Mannigfaltige gegebener Vorstellungen unter Einheit der Apperzeption zu bringen, welcher Grundsatz der oberste der ganzen menschlichen Erkenntnis ist." [B-134/135]

Wir können nun Kants Auffassung von Synthesis wie folgt zusammenfassen: die Operationen der Synthesis bewirken Verbindung und das Ergebnis ist ein Gegenstand als mental determiniertes Objekt, ein Objekt-für-mich (Objektivität der Wissensverarbeitung). Diese "Synthesis von Objekten-für-mich" ist das, was das Material für die Analysis liefert; erst nach dem Vorliegen dieses Materials sind mentale

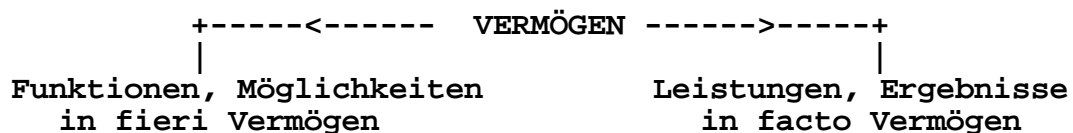
Vorgänge wie das der "objektiven Merkmal-Entnahme" und der "objektiven Klassifikation" möglich (die heute in den KI-Modellen vorherrschen), in Übereinstimmung mit Kants Leitsatz wonach

"wo der Verstand vorher nichts verbunden hat, da kann er auch nichts auflösen." [B-130]

4. DIE "KRITISCHE METHODOLOGIE"

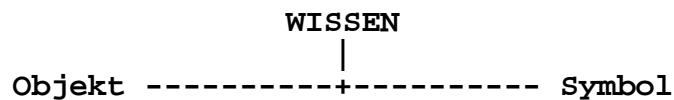
Bevor ich damit anfangen kann kurz darzustellen, wie eine neue Methodologie für die Forschung auf dem Gebiet der KI aussehen könnte, muss ich zunächst noch drei Hilfsmittel einführen.

Der erste Hilfsmittel besteht in der Unterscheidung von "Vermögen" aus zwei Blickrichtungen (Fig. 1), einerseits in einem "in fieri Vermögen" und andererseits in einem "in facto Vermögen". In der ersten Sicht (in fieri) hat Vermögen die Bedeutung von **Leistungen** im Sinne von "Geleistetem", von Ergebnissen, und in der zweiten Sicht bedeutet es **Funktionen** im Sinne von "Möglichkeiten", von möglichen Wirkungen.



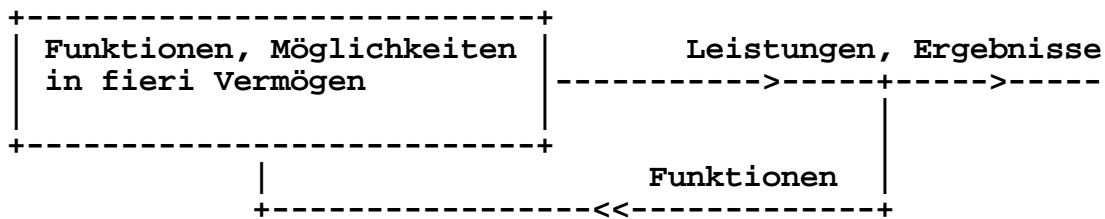
Figur 1: Bedeutungen von "Vermögen" aus zwei Blickrichtungen.

Nun unterscheide ich (zweiter Hilfsmittel) unter den Vermögens- Ergebnissen sowie unter den Vermögens-Funktionen drei Arten (Fig. 2). Erstens Symbole, als die Ergebnisse der Symbol- Verarbeitung. Zweitens Objekte, als die Ergebnisse der Objekt- Verarbeitung und drittens Wissen, d.h. die Inhalte des Denkens, als die Ergebnisse der integrierten Objekt- und Symbol- Verarbeitung im kognitiven System.



Figur 2: Strukturierung von "Wissen" in zwei Komponenten

Den dritten Hilfsmittel erhalte ich indem ich zwischen Ergebnisse und Funktionen die Bedingung einführe, dass die Ergebnisse von Funktionen selbst wieder Funktionen sein können (mens agitat mentem), was mit den Begriffen "Autopoiesis" und "Selbstorganisation" beschrieben werden könnte.



Figur 3: Funktionen als Ergebnisse von Funktionen

Die Kritische Methodologie (abgekürzt KM) beginnt nun damit, dass sie Kants Feststellung ernst nimmt, wonach "alle Versuche über sie [Gegenstände] a priori etwas durch Begriffe auszumachen gingen... zu nichte." [B-XVI].

Aus ihrer Sicht ist diese Feststellung auch für die Lage der KI-Forschung gültig, d.h. dass auch in der KI über die Grundprobleme der Wissensverarbeitung **durch Begriffe** nichts "auszumachen" ist. Deshalb ist eine grundsätzlich neue Methode notwendig für die Erforschung der Grundfragen der KI im allgemeinen und der 'Cognitive Science' insbesondere.

Ein Hauptteil dieser neuen Methode besteht in einer "Kritik des Vernunft-Vermögens". Darunter verstehe ich eine solche Untersuchung der **Ergebnisse** (Leistungen, englisch 'performances') der Wissensverarbeitung, die diese mentalen Leistungen **in Frage stellt** (deshalb das Prädikat "Kritisch") solange bis ein System, eine Theorie, ein Modell für die **Funktionen**, d.h. für die "Bedingungen der Möglichkeit" dieser Leistungen, erarbeitet worden ist.

Wegen der zentralen Rolle der Begriffe für die mentale Wissensverarbeitung schlägt die KM vor, dass Begriffe(als mentale Ergebnisse) solange in Frage gestellt werden, bis ein System für die Funktionen der Begriffsverarbeitung entwickelt worden ist. Kant hat ein solches System in der Transzendentalen Elementarlehre bereits in beträchtlicher Tiefe entwickelt.

Dass eine solche Infragestellung von der heutigen KI nicht geleistet wird und dass sie ein solches System nicht entwickeln kann, ist an ihren Grundprinzipien klar erkennbar. Eines dieser Prinzipien, auf dem vor allem die klassische KI gegründet wurde erklärt, dass "A physical symbol system is necessary and sufficient for intelligent action" [1:13]. Ein weiteres, auf dem die Forscher des "connectionism" (PDP, neurale Netzwerke) sich abstützen erklärt, dass "Intelligence emerges from the interaction of large number of simple processing units" [5:IX]. Ein drittes Prinzip ist allen Richtungen der KI gemeinsam und behauptet ausdrücklich, dass KI "is not committed to any particular way of producing the results" [6:7] und ein viertes, welches eher implizit als explizit in den KI-Forschungen zu finden ist besteht im absolutistischen Anspruch der formalen Logik, die ganz allein und unangefochten die Szene beherrscht [7], als gäbe es kein Platz für andere Theorien der Logik, wie z.B. Kants "Transzendente Logik".

Die KM fordert, dass diese Grundprinzipien in Frage gestellt und modifiziert werden. Ihr Ausgangspunkt bricht mit der empirischen Tradition die mit der KI ihren Höhepunkt

erreicht hat - aber auch ihre grösste Krise - und besteht in einer Wende, die analog zu Kants "Kopernikanischen Wende" die Forscher auffordert einen ungewöhnlichen Versuch zu wagen. In Anlehnung an Kants Formulierung in der KrV lautet also der Ausgangspunkt der Kritischen Methodologie: "Man versuche es einmal, ob wir nicht in den Aufgaben der KI damit besser fortkommen, dass wir annehmen, die Gegenstände müssen sich nach unseren mentalen Vorgängen richten."

Davon ausgehend stellt die KM folgende Arbeitshypothese auf:

die **logische Organisation** der Signale die vom kognitiven System verarbeitet werden (auch der Eingangs-Signale) ist einzig und allein Teil unserer mentalen Akte, also unserer mentalen Welt und existiert nicht in der physischen Welt.

Kant drückt dieselbe Hypothese dort aus, wo er sagt: "Man versuche es daher einmal, ob wir nicht... damit besser fortkommen, dass wir annehmen, die Gegenstände müssen sich nach unserem Erkenntnis richten." [B-XVI].

Folgende Bemerkungen sollen diesen zentralen Punkt kurz ergänzen und erläutern:

1) Jedes Eingangssignal, welches Teil meines kognitiven Aktes wird, unterliegt dadurch den **mental Operationen der Synthesis** die ihn in eine logische Organisation einfügen, "in-form" bringen (daher passt das Wort "Information" so gut für mentale Prozesse).

2) Gegenstände ohne logische Organisation sind unbestimmt (d.h. können im KS nicht existieren) und logische Organisationen ohne Gegenstände sind leer (d.h. existieren, geben aber keine Erkenntnis).

3) Die logische Organisation der Gegenstände (als Operanden des kognitiven Systems), die in Kants Lehre von "Synthesis", "Verbindung", "synthetische Einheit der Apperzeption" usw. abhängt, wird nur vom KS selbst aufgebaut; sie wird nie mit den Signalen "importiert".

4) Erst die logische Organisation macht aus einer Vielfalt von physisch organisierten Signalen das, was wir als Gegenstand wahrnehmen (synthetisch erzeugter Gegenstand).

5) Wir können keine Signale wahrnehmen, ohne sie mit den Funktionen der Synthesis logisch zu organisieren. Wenn wir sie aber logisch organisieren, dann **bestimmen** wir sie, dann beginnen Sie in unserem Kopf zu existieren, dann **richten sie sich** nach unseren Vorgängen.

6) Entgegen der naiven Vorstellung des "gesunden Menschenverstand" und vieler KI-Forscher, betrifft der Input den das kognitive System erhält lediglich die physische Organisation und ist **logisch** unbestimmt, d.h. ohne jeden **logischen** Inhalt.

7) Die physische Organisation bestimmt das Objekt nur physisch, "dem Dasein nach", reicht aber nicht aus um im kognitiven System ein Objekt zu erhalten (erkennen), entgegen den Prinzipien des Konnektionismus.

8) Ein **Objekt** entsteht im kognitiven System erst dadurch, dass wir durch mentale Operationen die physische Organisation der Signale (das Mannigfaltige) durch eine logische Organisation integrieren, manipulieren, d.h. der physischen Bestimmtheit eine logische Bestimmtheit hinzufügen.

9) Ist ein Objekt derart bestimmt, so kann man sich seine weitere Verarbeitung dadurch erleichtern und effizienter machen, dass man es noch mit einem **Symbol** koppelt. Ein Symbol ist somit nichts anderes, als der Verweis oder Stellvertreter eines von uns aufgebauten Objekts.

10) Objekt und Symbol bilden **zusammen** die kleinste Wissenseinheit; also kann es von Symbolen ohne Objekte (klassische KI) oder von physischen Objekten ohne logische Organisation (Konnektionismus) keine Wissensverarbeitung geben.

11) Die Integration, die Einheit, die Kopplung von logischer und physischer

Organisation ist die Bedingung für das Entstehen jedes Gegenstandes als Operand des kognitiven Systems, und - da wir nur solche Operanden zu Erkenntnissen verarbeiten können - auch die Bedingung jeder Erkenntnis.

AUSBLICK

Mein Versuch, **mit Kant in der KI fortzuschreiten** hatte mit einer kybernetischen Interpretation der KrV angefangen [8].

Die Kritische Methodologie stellt die Fortsetzung jenes Versuchs dar, steht aber ebenfalls noch am Anfang ihrer Entwicklung. Der nächste Schritt wird nun darin bestehen, anhand eines Forschungsprojekts in dem ich mich mit dem Entwurf einer Computer-Sprache für Wissensverarbeitung befassen will [9], meinen Ansatz in seinen Grundzügen zu überprüfen.

Basel, 11.XI.1990 / Marco C. Bettoni

ABKÜRZUNGEN

KI = Künstliche Intelligenz (Artificial Intelligence)
WD = Wissens-Darstellung
WV = Wissens-Verarbeitung
KM = Kritische Methodologie (Kritical Methodology)
KS = kognitives System (mind)
KrV = Immanuel Kant, Kritik der reinen Vernunft, 1966, Reclam.
[A-...] = KrV, Ausgabe A, 1781.
[B-...] = KrV, Ausgabe B, 1787.

BIBLIOGRAPHIE

- [1].Reddy, R. "Foundations and Grand Challenges of Artificial Intelligence", AI-Magazine 1988,9,1,9-21. AAAI, Menlo Park.
- [2].Levy, David N.L. "Master Level and Beyond", in Levy, D.N.L. Computer Games, Vol. I, 1988, 206-208. Springer, New York.
- [3].Winograd,T. and Flores, F. Understanding Computers and Cognition, 1986. Ablex, Norwood NJ.
- [4].Wolff,R.P., Kant's Theory of Mental Activity, Reprint, 1973, Peter Smith, Gloucester, MA.
- [5].Rumelhart,D.E., McClelland,J.L. Parallel Distributed Processing. 1986, MIT Press, Boston.
- [6].Charniak,E.,McDermott,D. Introduction to Artificial Intelligence, 1985, Addison-Wesley, Reading.
- [7].Genesereth,M.,Nilsson,N. Logical Foundations of Artificial Intelligence, 1987, Morgan Kaufman, Los Altos.
- [8].Bettoni,M.C., "Cybernetics applied to Kant's Architecture of the Mind", 7. Intern. Kant-Kongress, Mainz, März 1990.
- [9].Bettoni,M.C., "An Abstract Language for Knowledge Representation Based on Patterns of Mental Quanta." 8th Intern. Congress of Cybernetics and Systems, New York, June 1990.