

GEDÄCHTNISTHEORIEN IM DISKURS EINER RADIKAL KONSTRUKTIVISTISCHEN PSYCHOLOGIE

Ein Problem, das eng mit jeder kognitiven Theorie verbunden ist, ist die Frage, wie werden die Kognitionen, also das Wissen im weitesten Sinn, im Gedächtnis verarbeitet und gespeichert bzw. wie werden diese in einer aktuellen Situation mit den aktuell relevanten Kognitionen verbunden. Wie oben erwähnt, sind diese Ansätze bisher äußerst spekulativ und rudimentär. In der Psychologie, insbesondere in der Kognitiven Psychologie, hat sich im Verlaufe der Entwicklung dieser Wissenschaft ein Dualismus zwischen Theorien des Gedächtnisses und des Denkens ergeben, der in den Dichotomien von Wissen und Denken, Datenbasis und Exekutive, epistemischer und heuristischer Struktur, deklarativem und prozeduralem Wissen, Struktur und Prozeß veranschaulicht werden kann. "Weisen diese Dichotomien auch jeweils andere Schattierungen auf, so drücken sie im wesentlichen doch die Unterscheidung von der gedächtnismäßigen Fixierung von Wissen über bestimmte Sachverhalte einerseits und dem Verarbeiten von Informationen zum Zweck der Bewältigung von Umwelтанforderungen andererseits aus" (ROST 1981, S. 8). Im Radikalen Konstruktivismus fallen diese erwähnten Dichotomien hingegen weitgehend zusammen, denn beide sind untrennbar miteinander verbunden.

Es kann in dieser Arbeit natürlich keine umfassende Darstellung aller bisher entwickelten einschlägigen Theorien gegeben werden, vielmehr sollen nur einige wenige neuere Ansätze auf ihre Verträglichkeit hinsichtlich der Propositionen des Radikalen Konstruktivismus überprüft werden. Ich werde mich dabei in groben Zügen auf die ausgezeichnete integrative Arbeit von ROST (1981) stützen. Es sei vorausgeschickt, daß in einer radikal konstruktivistischen Psychologie die Unterscheidung in Wahrnehmung, Denken, Gedächtnis und auch Lernen keinen Sinn macht, vielmehr müssen alle diese psychischen Phänomene als unterschiedliche Blickwinkel eines kognizierenden Subjektes auf ein zentrales Phänomen - nämlich der menschlichen Kognition - aufgefaßt werden. In diesem Sinne leistet eine radikal konstruktivistische Psychologie auch ein hohes Ausmaß an Integration, wobei das beim derzeitigen Stand der Entwicklung dieses Paradigmas wohl einmal als prinzipielle Potenz gedacht werden muß. Eine Integration der für einen einzelnen unüberschaubar zahlreichen empirischen Befunde zur Gedächtnis- und Denkpsychologie ist vermutlich eine Aufgabe für eine Generation von Wissenschaftlern, denn dieser Teilbereich der Psychologie zählt sicherlich zu den am besten erforschten, auch wenn die Resultate - wie schon an anderer Stelle erwähnt - im Sinne der Praxisrelevanz etwa für die Pädagogische Psychologie äußerst dürftig scheinen.

Die Kognitive Psychologie

Wie FLORES DARCAIS; (1975, S. 45) betont, ist die Kognitive Psychologie eine der am stärksten in Ausbau begriffenen Teilgebiete der Psychologie, insbesondere in der experimentellen Forschung. "Sie betrachtet den menschlichen Organismus als informationsverarbeitendes System. Sie interessiert sich vornehmlich für Prozesse, die ablaufen, wenn der Organismus mit visuellen oder auditiven Reizen konfrontiert wird, wenn zum Beispiel eine bestimmte Form oder Tonkombination wiedererkannt werden muß, wenn Probleme gelöst, Gedächtnisinhalte gespeichert oder aufgerufen werden sollen, usw. Der Begriff

Kognition im heutigen Sinn umfaßt Bereiche wie *Wahrnehmung, Sprache, Gedächtnis*, sogar *motorische Fähigkeiten*. Er beschränkt sich nicht auf Gebiete, die traditionsgemäß zu den kognitiven Prozessen gezählt wurden, nämlich auf die höheren mentalen Prozesse des Denkens und Problemlösens". Dieser Autor weist auch darauf hin, daß die Kognitive Psychologie zu einer Art Modeströmung geworden ist, in welcher der Terminus kognitiv als Verkaufsetikett für billige Waren gebraucht wird, die im Grunde ohne Änderung im theoretischen Ansatz produziert werden.

Wie in anderen Teilgebieten der Psychologie sind auch in der Kognitiven Psychologie eine Vielzahl unverbunden nebeneinanderstehender Theorien zu finden, die meist aufgrund unterschiedlicher methodologischer Zugangsweisen kaum integrativ zueinander in Beziehung gesetzt werden können. Besonders bedeutsam ist auch die beinahe vollständige Isolation der kognitiven Theorien von den nicht-kognitiven Ansätzen, also etwa Theorien über emotionale oder motivationale Komponenten psychischen Geschehens. Es ist also ein typisches Merkmal der kognitiven Psychologie, daß ihr - trotz der heute vorgenommenen Erweiterungen - noch immer ein äußerst enger Begriff von Kognition bzw. Wissen zugrundeliegt, der dem in dieser Arbeit vertretenen umfassenden Kognitionsbegriff (vgl. etwa dazu den Abschnitt über die Schichten menschlicher Kognitionen) gegenübersteht. Ebenfalls im Gegensatz zu der Auffassung des hier vertretenen Radikalen Konstruktivismus steht die in der Psychologie üblich Trennung von Wissen und dem Prozeß des Wissenserwerbes.

Die Kognitive Psychologie ist in gewissem Sinne als mentalistische Gegenbewegung zum behavioristischen Modell zu verstehen, was besonders in den Arbeiten ihrer Vorläufer (TOLMAN, LASHLEY, BARTLETT) zum Ausdruck kommt. Der "offizielle" Beginn kann mit den Arbeiten von NEISSER (1967) datiert werden, wobei er hier schon betont, daß Sehen, Hören, Sich-Erinnern konstruktive Akte sind, bei denen je nach den Umständen mehr oder weniger von den Reizinformationen Gebrauch gemacht wird. Bei diesen konstruktiven Akten gibt es zwei Phasen, von denen die erste kurz, grob, parallel und auf das Ganze gerichtet ist, während die zweite frei, detailliert und seriell organisiert ist. Wie FLORES DARCAIS; (1975, S. 50) betont, kommt dadurch die Kognitive Psychologie in die Nähe der gestalt- und ganzheitstheoretischen Annahmen. i.NEISSER; (1967) übernahm vor allem den i.BARTLETT;schen Begriff des Schemas als kognitive Struktur auf, und beide vertraten die Ansicht, daß die psychischen Prozesse immer aktive Prozesse sind, die auf Sinn ausgerichtet sind. "Die Veränderungen, die im Organismus stattfinden, sind keine einfachen neuen Assoziationen, die die alten Assoziationen ersetzen, sondern dynamische Prozesse, die eine Entwicklung auf neue, gut integrierte Strukturen hin bewirken" (i.FLORES DARCAIS 1975, S. 56). Gerade dieser Gedanke der aktiven und dynamischen Reorganisation findet sich auch im hier detaillierter vorgestellten Modell von NORMAN & RUMELHART (1978).

Auch wenn es zahlreiche aufweisbare Unterschiede zwischen einer radikal konstruktivistischen Psychologie und einer noch weitgehend am traditionellen mechanistisch-nomothetischen Paradigma orientierten Kognitiven Psychologie gibt, so sind manche der neueren theoretischen und empirischen Arbeiten auf diesem Gebiet "positive Kandidaten" für eine Integration. Allerdings leiden beinahe alle Ansätze der Kognitiven Psychologie darunter, daß sie auf die sprachlichen "Repräsentationen" psychischer Prozesse hin orientiert sind und damit einen für die Psychologie grundlegenden Bereich des Psychischen aus-

klammern. Das hat natürlich mit dem zugrundeliegenden rationalen Menschenmodell zu tun. Man beschäftigte sich wohl auch zu sehr mit dem "Was" der Repräsentationen, indem man vor allem den Fragen der sprachlich-symbolischen, visuell-bildhaften oder in seltenen Fällen der enaktischen "Abbildung" nachging. Diese Fragen hängen natürlich eng mit dem schon oben ausführlich diskutierten Problem der Codierung bzw. der Sprache des Gehirns zusammen, wonach heute alles dafür spricht, von einer universellen und einheitlichen "Sprache" auszugehen, da sonst die komplexen Anpassungs- und Integrationsleistungen des Organismus kaum erklärt werden könnten.

Analoge versus propositionale Repräsentation

Eine wichtige Unterscheidung innerhalb denkbarer Modi der Informationsspeicherung stellt die Alternative von analoger und nicht-analoger Repräsentation dar, die zumeist auf der Basis der Dichotomie analog-propositional diskutiert wird (vgl. NORMAN & RUMELHART 1978). Bei einer analogen Repräsentation werden die eingehenden Reize in ihrer raumzeitlichen Konstellation abgespeichert, d.h., es findet keine Überarbeitung oder Interpretation statt, sodaß ein genaues Abbild der ursprünglichen "Szene" erhalten bleibt. In etwa bezeichnet diese analoge Form der Speicherung auch jene üblicherweise als ikonische Repräsentation bezeichnete bildhafte oder eidetische Ganzaufzeichnung (vgl. KLIX 1976).

Hingegen wird bei der propositionalen Repräsentation darauf abgehoben, daß bereits bestehende kognitive Strukturen verwendet werden, um die neuen Information in ökonomischer Weise abzuspeichern. Ganz allgemein kann man darunter die Verschlüsselung von Informationen in Form von Aussagen (Propositionen) verstehen, die jeweils aus einem Prädikat (Relation) und einer bestimmten Anzahl von Argumenten (Individuenterme) zusammengesetzt sind (vgl. ROST 1981, S. 18).

Diese Form führt nicht zu einem Abbild einer "Szene", sondern eher zu einer Beschreibung. "Es werden also die aufgenommenen Reize in einer interpretierten Form abgespeichert, wobei diese Interpretation oft - aber nicht notwendigerweise - bereits in einem sehr frühen Stadium der Informationsverarbeitung als ein Teil des Wahrnehmungsprozesses stattfindet (wie viele empirische Befunde aus der Gestaltpsychologie sowie der Motivations- und Wahrnehmungspsychologie im Zusammenhang mit selektiver Wahrnehmung, Wahrnehmungstäuschungen und Figurenerkennen zeigen)" (ROST 1981, S. 14). Propositionen stellen die "elementaren Bedeutungseinheiten" unseres Wissens über die Welt dar, d.h., es sind Aussagen über empirische Gegebenheiten, die sprachlich oder nichtsprachlich vermittelt sein können und deren Prädikate und Argumente zum individuellen kognitiven Inventar gehören (vgl. hierzu die noch folgenden Ausführungen über die teleologische Lerntheorie). Die Form der propositionalen Repräsentation von Kognitionen entspricht im wesentlichen auch der schon besprochenen Wahrnehmungstheorie des Radikalen Konstruktivismus, wobei hier natürlich der Begriff der Repräsentation genau genommen irreführend ist, denn er suggeriert in gewissem Sinne eine zumindest zeitliche Abbildung von Kognitionen im physiologischen Corpus, die hier natürlich nicht gemeint ist. Das geht schon aus der Gegenüberstellung dieses Begriffes zur analogen Abbildung hervor.

Allerdings geht auch die Theorie der propositionalen Repräsentationen von einem "naiven" Realismus aus, denn es wird immer davon gesprochen, daß Informationen aufge-

nommen und verarbeitet werden. Allerdings werden in der Regel in diesen Theorien keine expliziten ontologischen bzw. epistemologischen Aussagen getroffen, sodaß bei einiger Vorsicht eine Verbindung zu den Annahmen des Radikalen Konstruktivismus hergestellt werden kann. Der hypothetische Charakter jedes Modells des Gedächtnisses kommt auch in der Behauptung von ANDERSON (1978) zum Ausdruck, der behauptet hat, daß es prinzipiell nicht möglich ist zwischen analoger und propositionaler Repräsentation aufgrund behavioraler Daten, d.h., letztlich empirischer Befunde zu unterscheiden. Diese Aussage hat nun - wie in den Wissenschaften üblich - dennoch zahlreiche Untersuchungen initiiert, die aber im wesentlichen keine Entscheidung zulassen. HOFFMANN & KLIX (1978) haben sogar versucht nachzuweisen, daß es beide Formen der Repräsentation im menschlichen Langzeitgedächtnis gibt.

Wie allerdings ROST (1981, S. 17) resümierend feststellt, spielt die Rolle der analogen Repräsentation bei der Untersuchung des semantischen Langzeitgedächtnisses nur eine untergeordnete Rolle. Dies kann im Anschluß an NORMAN & RUMELHART (1978, S. 35f, vgl. ROST 1981, S. 17f) im wesentlichen durch folgende Argumente gestützt werden.

- Der Abruf einer Detailinformation aus einer szenischen Erinnerung erfolgt in der Regel nicht nach geometrischen Gesichtspunkten sondern nach hierarchischen Prinzipien, indem man sich über allgemeinere Erinnerungsinhalte zu spezielleren "vortastet". Diese vermutlich hierarchische Ordnung wird auch in der Wahrnehmungstheorie von POWERS (1973, s.o.) angenommen.

- "Lücken" bei der Erinnerung an wahrgenommene Situationen lassen sich meist nicht als geometrische Teile eines Bildes oder als Zeitabschnitte aus einem längerdauernden Ereignis definieren, vielmehr fehlen in der Regel gewisse Attribute der Szenen oder Gegenstände, die in einem abstrakteren als bloß raumzeitlichen Sinne eine Einheit bilden (vgl. ROST 1981, S. 17).

- Meist ist auch nicht zufällig was vergessen ist, sondern dies ist meist an die Bedeutung eines Wahrnehmungsinhaltes geknüpft. "Die Bindung von Bedeutungen an ihre Bedeutungsträger setzt aber die Existenz einer gedächtnismäßigen Einheit der Bedeutungsträger voraus, was bei einer analogen Repräsentation nicht gegeben ist" (ROST 1981, S. 17). Diese Argumentation erinnert an die schon wahrnehmungsmäßige "Vermischung" von Emotion und Kognition bzw. stets simultane Verbindung von Bewertung und Inhalt bei der Betrachtung von Kognitionen, wie sie in der schon besprochenen Schichtentheorie BISCHOFs (1987, s.o.) zum Ausdruck gebracht worden ist.

- Szenische Erinnerungen besitzen eine hohe Flexibilität, d.h., Inhalte können durch andere ersetzt werden, es kommt zu Verzerrungen. Diese könnten bei einer analogen Repräsentation nur mit einem hohen Aufwand realisiert werden.

- Speicherökonomie und Verarbeitungsgeschwindigkeit sprechen ebenfalls für die propositionale Repräsentation, auch wäre der "Zugriff" auf Informationen für einen aktuellen Denkprozeß wesentlich komplizierter und langwieriger.

"Zusammenfassend sei festgehalten, daß analoge Repräsentationen von Gedächtnisinhalten lediglich im Rahmen von sensorischen Speichern, nicht aber im Langzeitgedächtnis eine wesentliche Rolle zu spielen scheinen. Zumindest sprechen einige Argumente dafür, daß selbst Gedächtnisinhalte, die sich auf visuelle Wahrnehmungen beziehen, langfristig in nicht-analoger Form abgespeichert werden" (ROST 1981, S. 18).

Produktionssysteme, Schemata und Netzwerke

KLUWE & SPADA (1980) legen eine Klassifikation von nicht-analogen Repräsentationsformen - die sich aber nur teilweise mit der Definition der propositionalen deckt - vor. Sie unterscheiden dabei Produktionssysteme, Schemata und Netzwerke. Ein Produktionssystem ist eine geordnete Menge von wenn-dann-Verknüpfungen, die für eine bestimmte Menge von Zuständen eines Systems (wenn) bestimmte Aktionen (dann) spezifizieren. Diese Form der Repräsentation eignet sich durch die Abfolge der Produktionen für die Simulation kognitiver Prozesse, sie ist also ein Modell für den prozeduralen Teil des menschlichen kognitiven Systems. Diese Form der Abspeicherung stellt eigentlich kein im obigen Sinne propositionales Modell dar (vgl. ROST 1981), zugleich ist dieses vor allem im Bereich der Computer-Simulation verwendete meist lineare Modell auch keine besonders plausible Speicherform, denn die Anzahl der zur Abdeckung von komplexeren Wissensbereichen notwendigen Produktionen steigt sehr rasch an und ist daher sehr unökonomisch. Das ergibt sich vor allem daraus, daß diese Abspeicherung vieler Varianten hinsichtlich desselben Kognitionsinhaltes notwendig macht, denn sonst wären die Handlungsspielräume für die einzelnen Produktionen zu gering. Auch wird von der Theorie der Produktionssysteme vor allem hinsichtlich der Organisationsstruktur - die ja das Zentrum jeder Gedächtnistheorie ist - nur wenig ausgesagt, insbesondere auch nicht darüber, wie Kognitionen bei Bedarf wiedergefunden werden können (vgl. ROST 1981, S. 20).

Den Schemata-Theorien liegen äußerst unterschiedliche Konzeptionen des Zentralbegriffes zugrunde. Am einheitlichsten ist noch der Begriff des Handlungsschemas definiert, wobei darunter der Ablauf einer Verhaltenssequenz verstanden wird, der seinerseits wieder in verschiedenen hohen Graden an Auflösung in der Ordnung des jeweils übergeordneten Schemas bestimmt sein kann. Diese Theorien stellen allerdings weniger ein Modell des Wissens um unsere Welt dar, sondern eher ein Modell über die interne Repräsentation von Programmen zur Verhaltenssteuerung. Damit zielen sie auf einen grundsätzlich anderen Typ von Wissen als etwa die Netzwerktheorien (vgl. ROST 1981, S. 21).

Diese Netzwerktheorien sind vermutlich am ehesten geeignet, Wissen über wahrnehmbare Objekte und Sachverhalte (deklaratives Wissen) zu repräsentieren. Diesen Theorien liegt die bereits auf ARISTOTELES zurückgehende Vorstellung des Assoziationismus zugrunde, in dem angenommen wird, daß einzelne Kognitionen aufgrund ihrer Verknüpfung wieder aufgefunden werden können. Die Knoten in einem solchen Netzwerk stellen bestimmte Bedeutungseinheiten und die Verbindungen dazwischen die Assoziationen dar (vgl. ROST 1981, S. 21). Diese Form der Kognitionstheorien kommt auch am ehesten dem Grundgedanken der propositionalen Repräsentationstheorien nahe. Ein Problem stellt nur die bisher weitgehend an sprachlichen Bedeutungsstrukturen orientierte semantisch-linguistische Betrachtung von Kognitionen dar, die im Vergleich zu dem weiten Sprachgebrauch im Radikalen Konstruktivismus eine gegenstandsverkürzende Einschränkung darstellt.

Dennoch kommt von allen bisherigen psychologischen Theorien der menschlichen Kognition die Verbindung von propositionalen Repräsentationsannahmen mit den Annahmen der Netzwerktheorien den Auffassungen des Radikalen Konstruktivismus am nächsten. Insbesondere die von NORMAN & RUMELHART (1978) explizit als propositional gekennzeichnete Netzwerktheorie, die sich an der Fallgrammatik FILLMORES (1968, nach NORMAN & RUMELHART 1978) orientiert, wird den Annahmen des Ra-

dikalen Konstruktivismus weitgehend gerecht. Es ist hier nicht der Ort, eine umfassende Darstellung dieses Ansatzes wiederzugeben - sie findet sich in der in diesem Abschnitt zitierten Literatur -, vielmehr sollen nach dem Usus dieser Arbeit jene Aspekte hervorgehoben werden, die sich mit fundamentalen Aspekten des Radikalen Konstruktivismus überschneiden.

Die Verträglichkeit der Netzwerktheorie von NORMAN & RUMELHART mit den Propositionen des Radikalen Konstruktivismus

AEBLI weist im Vorwort zu NORMAN & RUMELHART (1978, S. 9ff) darauf hin, daß dieses Modell den Vorgang der Begriffsbildung darstellt und somit durch die Berücksichtigung der Operationen des Systems weitgehend "konstruktiv" ist. Vor allem werden Aspekte des Problemlösens beachtet, wobei Wissensstrukturen die Rolle von Assimilationsschemata sensu PIAGET übernehmen. Wahrnehmung und Beurteilung einer aktuellen Situation erfolgt sowohl absteigend im Sinne einer Hypothesenprüfung als auch aufsteigend im Sinne der Exploration von Hinweisen, die sich aus den Details der registrierten Einzelheiten ergeben. Das Netzwerk des Wissens wird zu einer apperzipierenden Masse bzw. zu einem assimilierenden Komplex.

Die wesentlichste Voraussetzung dieses Ansatzes ist die ihr zugrundeliegende Annahme, daß Informationen im menschlichen Gedächtnis mithilfe eines aktiven strukturellen Netzes repräsentiert werden können NORMAN & RUMELHART (1978a, S. 51). Besonders die Bewertung der Kognitionen als aktiv deckt sich mit den Annahmen des Radikalen Konstruktivismus, denn das bedeutet letztlich, daß die Struktur zugleich Datenspeicher und Prozeß ist. Diesen Sachverhalt betont auch der Radikale Konstruktivismus, der davon ausgeht, daß Kognitionen prinzipiell dynamisch sind. Des Weiteren heben die Autoren hervor, daß zwar alle Knoten im Netzwerk "adressierbar" sind, aber nicht notwendigerweise Entsprechungen in der natürlichen Sprache aufweisen müssen. Damit wird dem umfassenderen Kognitionsbegriff des Radikalen Konstruktivismus, der u.a. auch nichtverbalisierbare Bewertungen beinhaltet, weitgehend Rechnung getragen.

Die Einheiten des Netzwerkes sind Prädikate, Begriffe und Propositionen. Während sich einfache Prädikate auf Zusammenhänge und einfache Begriffe auf die in Zusammenhang gebrachten Dinge beziehen, sind Propositionen, der eigentliche Zentralbegriff dieser Netzwerktheorie, eine besondere Klasse von Begriffen. Propositionen drücken nämlich keinen einfachen speziellen Gegenstand aus, sondern Tatsachen über Begriffe, Gegenstände, Vorgänge und auch die Beziehungen zwischen diesen dreien. "Propositionen unterscheiden sich darin von anderen Begriffen, daß sie einen Wahrheitswert annehmen können. Von anderen Begriffen läßt sich nur sagen, daß sie existierenden oder nicht existierenden Gegenständen entsprechen" (NORMAN & RUMELHART 1978a, S. 59). Propositionen können aber auch als Argumente für höhere Prädikate dienen, Propositionen sind daher eingebettet in andere Propositionen. Diese Ordnung bzw. Struktur der Propositionen, die sowohl hierarchisch als auch horizontal gedacht werden kann, stellt das wichtigste Werkzeug für die aktive Bearbeitung von Kognitionen dar. Diese Ordnung (Struktur) entspricht in weitestem Sinne auch der zu Beginn dieser Arbeit diskutierten prinzipiellen Metatheoretizität jeder "kognitiv-rationalen" Analyse eines Gegenstandes.

NORMAN & RUMELHART (1978a, S. 76) betrachten Prädikate als aktive Operationen, die eine Reihe von Aufgaben erfüllen können. "Dieser Punkt sollte nicht übersehen werden, wenn unsere Arbeit mit anderen auf Propositionen basierenden Repräsentationssystemen in der mathematisch, logischen und generativen Semantik verglichen wird. Vertreter der logischen und der generativen Semantik haben zwar semantische Repräsentationen vorgeschlagen, die unseren ziemlich gleichen. Wir sind jedoch zusätzlich der Ansicht, daß Prädikate ... nicht nur als strukturelle Größen, sondern auch als Verfahren aufgefaßt werden sollten. Statt unsere Prädikate als statische Objekte zu behandeln, mit denen Berechnungen angestellt werden, behandeln wir sie als Namen von Verfahren, die (die, W.S.) zur Berechnung von Tatsachen über diese Prädikate relevanten Strukturen enthalten" (NORMAN & RUMELHART (1978a, S. 76). Diese Auffassung von geordneten und aufeinander bezogenen Propositionen steht in enger Verbindung mit den zirkulären Annahmen des Radikalen Konstruktivismus, wobei besonders die von V. FOERSTER (1985) angestellten formalen Überlegungen zur generell nur potentiellen und nicht faktischen Natur von Informationen zu vergleichbaren Ergebnissen kommen (vgl. den Abschnitt über den Argumentationszirkel der Erkenntnis).

Wie NORMAN & RUMELHART (1978, S. 24) betonen, ist die von ihnen vertretene Auffassung, daß Wissen in einen begrifflichen Rahmen eingebunden ist, welcher die Deutungen der Erfahrungen leitet, nicht grundsätzlich neu. Vor allem der von den Autoren dafür verwendete Schemabegriff hat insbesondere in Verbindung mit den Arbeiten BARTLETTs und PIAGETs eine lange Tradition. "Wir definieren ein Schema als einen Bezugsrahmen, der die verschiedenen Aspekte des Wissenskorpus miteinander in Beziehung setzt. Er ist durch Merkmale und die Funktionen des Wissens, das er einschließt, indexiert. Er kann geprüft, modifiziert und auf neue Situationen angewandt werden" (NORMAN & RUMELHART 1978b, S. 398). Damit wird auf einen organisationellen Kognitionsbegriff abgezielt, der vor allem in der neueren und neuesten Forschung zur künstlichen Intelligenz verwendet wird, der aber auch enge Beziehungen zu Theorien des Lernens und der Kommunikation aufweist.

In diese Netzwerktheorie lassen sich aber auch andere neuere Ansätze, etwa DÖRNERs (1976) kybernetisch orientiertes Modell der epistemischen Struktur integrieren (vgl. ROST 1981, S.21). Gerade dieses Modell zeichnet sich dadurch aus, daß es die Merkmalsrelation (Teil-Ganzes-Relation) explizit als Ordnungsrelation konzipiert, sodaß sich die innerbegriffliche Struktur somit als Doppelhierarchie darstellt. Dieser Ansatz vermeidet vor allem die bei NORMAN & RUMELHART (1978) theoretisch schlecht integrierbare Unterscheidung von Attribut und Bewertung, indem sie diese durch einen "Trick" auf eine einfache Oberbegriffsrelation reduziert. Auch findet sich im epistemischen Modell DÖRNERs (1976) durch die explizite Berücksichtigung der zeitlichen Relationen bzw. raum-zeitlichen Mischrelationen eine stärkere Betonung der dynamischen Komponenten von Kognitionen, die in den linguistisch orientierten weitgehend zu kurz kommt. Allerdings stellen die raum-zeitlichen Relationen nur eine Teilmenge von anderen mehrstelligen Relationskonstanten dar, deren Abgrenzung nicht immer deutlich wird, doch stellen sie ein gutes Beispiel dafür dar, daß auch mehrstellige Relationskonstanten in der zentralen Merkmals- und Oberbegriffshierarchie stehen (vgl. ROST 1981, S. 52).

Exkurs: Das Lächeln des Säuglings als Ausdruck einer erfolgreichen Konstruktion

In diesem Abschnitt soll versucht werden, das Lächeln des zwei bis sechs Monate alten Säuglings unter einer konstruktivistischen Perspektive zu untersuchen. Es soll dabei gezeigt werden, daß verschiedene bisherige theoretische Erklärungsversuche auf ein einziges Prinzip, nämlich das der aktiven Konstruktion, zurückgeführt werden können. Es soll aber auch gezeigt werden, daß die empirischen Befunde dieses Prinzip der erfolgreichen Konstruktion stützen bzw. diesem zumindest nicht widersprechen. Die Zuordnung dieses Exkurses zum Abschnitt über Gedächtnistheorien ist eine mehr oder minder subjektive Entscheidung, denn dieser Abschnitt könnte ebensogut den Kapiteln über Wahrnehmungen oder Lernen angegliedert werden. Im großen und ganzen erfolgte die gewählte Positionierung aufgrund der Tatsache, daß die hier untersuchten psychischen Phänomene sehr eng mit der in der Gedächtnispsychologie häufig experimentell untersuchten Begriffsbildung zusammenhängen.

Lächeln als Ausdruck einer nichtsprachlichen Kognition

Dieses Beispiel des Lächelns des Säuglings wurde deshalb gewählt, da hier noch keine sprachlich-kognitive Ebene berücksichtigt werden kann. Auch gibt es beim Säugling keine sozialisationsbedingte Trennung von Emotion und Kognition. Wie EKMAN (1976) in zahlreichen interkulturellen Vergleichen nachweisen konnte, stellt Lächeln ein stammesgeschichtlich altes vererbtes kommunikatives Grundinventar des Menschen dar, das die DARWINsche Theorie stützt, daß mimische Ausdrucksformen angeborene Mechanismen sind.

Die neurophysiologische Forschung der letzten Jahre hat nachweisen können, daß sich die Wahrnehmungssysteme der höheren Säugetiere ontogenetisch in Struktur und Funktion entwickeln und verändern in Abhängigkeit von der individuellen Umwelt. "Man weiß heute, daß für viele neuronale Wahrnehmungseinheiten eine adäquate Stimulation durch spezifische Umweltreize in frühen Entwicklungsphasen notwendig ist, damit diese Wahrnehmungseinheiten später voll funktionsfähig sind. So scheint es, daß z.B. orientierungsspezifische rezeptive Felder, die von ihrer genetischen Grundlage her z.B. für senkrechte Linien oder Kanten 'zuständig' sind, später nur dann auf solche Stimuli reagieren, wenn sie in einer frühen sensiblen Phase durch senkrechte Linien gereizt wurden. Zur Zeit ist noch unklar, ob derartige Vorgänge wirklich irreversibel sind oder ob sie nicht zumindest teilweise durch spätere Erfahrungen kompensiert werden können. Man kann aber sagen, daß genauso, wie in den ersten Lebensmonaten bis etwa zum zweiten Lebensjahr die Grundlagen des Verhaltens, der emotionalen Reaktionen usw. mehr oder weniger stark durch Prägungsvorgänge determiniert werden, sich aufgrund früher Erfahrung mit der Umwelt das bis dahin offenbar sehr plastische System der neuronalen Wahrnehmungseinheiten weitgehend verfestigt. Dies entspricht dem Befund, daß von der Geburt bis zum Ende des dritten Lebensmonats und in geringerem Maße bis zum zweiten Lebensjahr der größte Teil der Verknüpfungsstrukturen zwischen den Nervenzellen des Gehirns entsteht. Einer der entscheidendsten Prozesse hierbei ist nach unserer gegenwärtigen Kenntnis die Verknüpfung des taktilen und des visuellen Wahrnehmungssystems. Ganz offenbar muß die

gegenständliche Welt im Säuglingsalter im wahrsten Sinne begriffen werden, damit sie gesehen werden kann" (ROTH 1978, S. 72f). Unter Wahrnehmungseinheiten können im weitesten Sinne auch jene Kategorien verstanden werden, die im Abschnitt über die Ebenen der Wahrnehmung eingehend diskutiert wurden.

Die im folgenden referierten Befunde können aber auch in dem Sinne interpretiert werden, daß in dieser Phase Kategorien der "Kommunikation" mit Gegenständen aufgebaut und entwickelt werden. Wie KÖCK (1978, S. 208) hervorhebt, ist Kommunikation trivialerweise spezialisierte Interaktion und setzt ein funktionsfähiges Gesamtsystem Mensch-Umwelt voraus, d.h. eine strukturierte Interaktionseinheit, die sich aufgrund ihrer Vorgesichte in ihrem jeweiligen entsprechenden Interaktionsbereich bewegt. "Jede 'Äußerung' (für den Beobachter) eines Kleinkindes ist ja zunächst noch lange Zeit integraler Bestandteil seines Gesamtverhaltens, und die häufigen Mißverständnisse auf beiden Seiten unterstreichen nur nachdrücklich die Schwierigkeit der Entwicklung *konsensueller* Bereiche des Interagierens bzw. deren Differenzierung in irgendwelche 'Teile', die einen 'Namen' erhalten, bis Zeichen schließlich zusammen mit entsprechendem Verhalten immer mehr in der uns vertrauten Art 'ersatzweise' für Nichtvorhandenes, Vorgestelltes, Erträumtes usw. eintreten".

Unter erfolgreicher Konstruktion wird verstanden, daß es einem Subjekt (Säugling) gelingt, die unspezifischen Perturbationen seiner peripheren autopoietischen Zirkelprozesse durch aktive Konstruktionen - die auf einen befriedigenden Fortbestand des Organismus im Sinne einer kognitiven Homöostase hinzielen - zu bewältigen. Erfolgreich meint in diesem Fall auch "abgeschlossen", d.h., daß weitere "Perturbationen" keine konstruktiven Anstrengungen des Subjekts mehr erforderlich machen, d.h., daß der Organismus diese gar nicht mehr als Perturbationen "erlebt". Das hätte zur Folge, daß das Lächeln als äußeres Zeichen des Erfolges ausbleibt oder seltener werden müßte. Unter erfolgreicher Konstruktion kann man auch verstehen, daß der Säugling eine "gute Gestalt" im schon diskutierten Sinne perzipieren konnte.

Wie PORTELE (1985, S. 256) hervorhebt, sind Lebewesen im Grunde konservativ, d.h., sie ziehen induktive Schlüsse und operieren in ihrem Medium in dem Glauben, daß dieses Medium weiter so sein wird, wie es gerade ist (vgl. MATURANA 1982, S. 29). "Lebewesen bilden Klassen. Es ist aber notwendig, daß ein Lebewesen immer auch Störungen, Perturbationen erfährt - von außen aber auch von innen - die für es erstmalig sind, die es in seiner Geschichte noch nicht - determiniert durch seine innere Struktur - verarbeitet hat. Es tritt dann ein 'intern determinierter Begleitzustand' auf im 'endlosen Tanz der Neuronen' bei einem Lebewesen mit Nervensystem, eine emotionale Konnotation, die man als 'Unsicherheit' oder 'Angst' beschreiben könnte (MATURANA 1982, S. 62), die bei einer wiederholten Störung nicht auftritt. Das kann man als Lernen bezeichnen. Und jedes strukturdeterminierte System hat seine eigene individuelle Geschichte der Interaktion mit seiner Umwelt und sich selbst und die determinierende Struktur ändert sich dauernd" (PORTELE 1985, S. 256). Diese emotionale Konnotation kann sich für einen Beobachter beim Säugling etwa im Lächeln äußern. Dabei muß hervorgehoben werden, daß Lächeln vom naiven Beobachter vermutlich immer als emotionale Kognition interpretiert wird, im Verständnis des Radikalen Konstruktivismus ist dies aber auch nur die Bewertung eines Beobachters, welche vom Standpunkt des Organismus (des Säuglings) niemals getroffen werden kann.

Die Theorien zur Erklärung des Lächelns des Säuglings*

Lange Zeit galt das Lächeln des Säuglings als primär soziale, entweder angeborene oder früh erworbene Reaktion (S. 35). Diese Erklärungsversuche würden übersetzt in unsere radikal konstruktivistische Position bedeuten,

- daß einerseits angenommen wurde, daß keine Konstruktionen vorgenommen werden (Vererbung) - d.h., daß die Interpretation des Lächelns als Zeichen einer erfolgreichen Konstruktion nicht stichhaltig ist, und

- daß andererseits angenommen wurde, daß eine Konstruktion aufgrund von Perturbationen erfolgt ist (Erwerben) - d.h., daß die Interpretation des Lächelns als sichtbares Zeichen einer erfolgreichen Konstruktion interpretiert werden kann.

Frühe Untersuchungen zu diesen beiden Ansätzen versuchten einerseits, die Wirkung von AAMs nachzuweisen (KAILA 1932; SPITZ & WOLF 1946; AHRENS 1954), d.h., Vererbung zu unterstellen, andererseits das Lächeln durch Konditionierungsversuche zu beeinflussen (BRACKBILL 1958), d.h. den Erwerb nachzuweisen.

MEILI (1957) beobachtete jedoch, daß Säuglinge nicht bloß Gesichter oder Attrappen anlächeln, sondern überhaupt Gegenstände, und postulierte einen Zusammenhang zwischen Lächeln und perzeptueller Verarbeitung (S. 35f). Diese Beobachtung würde das hier postulierte Erklärungsmodell stützen, denn unter perzeptueller Verarbeitung kann man unschwer den Begriff der Konstruktion verstehen. Aber auch die Erklärung als erworben kann noch als Bestätigung für unseren Ansatz gelten, denn erworben heißt nichts anderes, als eine Konstruktion einmal erfolgreich durchgeführt zu haben, wobei neuerliche Perturbationen eine gewisse Schwelle (Stärke, Unähnlichkeit) überschreiten müssen, um wieder eine Aktivität des Subjekts auszulösen. Das Lächeln müßte nur nach längerer oder wiederholter Darbietung ausbleiben, da dann nicht mehr von einer erfolgreichen Konstruktion gesprochen werden kann, da keine besondere Aktivität des Subjekts mehr notwendig war, d.h., daß so etwas wie eine Sättigung eingetreten ist. Die Erklärung aufgrund von AAMs hingegen würden bedeuten, daß eine aktive Konstruktion des Subjekts nicht notwendig ist, d.h., daß ein darauffolgendes Lächeln nicht als Zeichen einer erfolgreichen Konstruktion gewertet werden kann.

MEILI (1957, nach KAUFMANN-HAYOZ 1981, S. 36) stellte fest, daß Säuglinge bei einem visuellen Reiz (Perturbation) zunächst ihre Bewegungen dämpfen und den Reiz fixieren, sich dann entweder dem neuen Reiz zuwenden (Konstruktionsversuch versuchen) oder sich etwas anderem zuwenden (Konstruktionsversuch abbrechen). Der Übergang von der ersten Phase zur zweiten ist häufig durch ein Lächeln gekennzeichnet, das MEILI als "Wahrnehmungsreaktion" (für einen Beobachter sichtbares Zeichen für Konstruktion) bezeichnet. Er interpretiert dieses Lächeln als Abschluß des Reizverarbeitungsprozesses (Abschluß der Konstruktion). Er vergleicht das generell mit der Spannungslösung nach

*** Bei der Darstellung der einzelnen Untersuchungsbefunde stütze ich mich im wesentlichen auf die zusammenfassende Darstellung von KAUFMANN-HAYOZ (1981). Die Seitenangaben ohne Autor im folgenden Abschnitt beziehen sich immer auf diese Arbeit.**

Lösung einer Aufgabe und meint, daß es sich nicht um ein Wiedererkennen handelt, sondern um einen grundlegenden Strukturierungsprozeß. Nur die zweite Interpretation wäre mit unserem Ansatz vereinbar, denn ein Wiedererkennen im strengen Sinne ist im Radikalen Konstruktivismus nicht möglich, vielmehr ist dieses nur eine Metapher für eine bestimmte Form einer aktuellen Konstruktion.

PIAGET (1937, 1945; nach KAUFMANN-HAYOZ 1981, S. 36) interpretiert das Lächeln als Zeichen des Vergnügens oder der Funktionslust. Auch das würde unserer Interpretation widersprechen, denn diese setzt ja keine aktive Anstrengung bei der Konstruktion des Säuglings voraus. KAGAN (1971, nach KAUFMANN-HAYOZ 1981, S. 36f) hingegen stellte fest, daß Lächeln nur nach einer gewissen Anstrengung (aktive Konstruktion) auftritt; ähnlich äußern sich SHULTZ & ZIGLER (1970, nach KAUFMANN-HAYOZ 1981, S. 37) und sprechen von "mastery" und betonen, daß ein ruhiger Gegenstand mit einer kürzeren Latenzzeit einhergeht als ein bewegter, denn im zweiten Fall erfordert es eine zusätzliche Anstrengung durch das Nachfolgen mit den Augen (Aktivität bei der Konstruktion notwendig). Bis auf die Interpretation von PIAGET sind alle angeführten Interpretationen mit unserem Modell vereinbar. Es wurden in Konditionierungsversuchen allerdings ungewöhnliche Resultate gefunden, die PIAGETs Interpretation widersprechen, unser konstruktives Erklärungsmuster aber stützen.

Empirische Befunde als Bestätigung einer konstruktivistischen Interpretation des Lächelns

ZELAZO (1971, nach KAUFMANN-HAYOZ 1981, S. 37) fand, daß die Häufigkeit des Lächelns bei wiederholtem Erscheinen des Versuchsleiters abnahm. Dieses Ergebnis stützt unsere Erklärung, denn das Lächeln des Säuglings ist demnach an eine aktive Konstruktion des Säuglings gebunden, und nicht an den Reiz als solchen. ZELAZO & KOMER (1971 nach KAUFMANN-HAYOZ 1981, S. 37) experimentierten weiters mit Tonfolgen und visuellen Reizen und bestätigten die Abnahme des Lächeln nach mehreren Darbietungen (keine aktive Konstruktionen).

KAUFMANN-HAYOZ (1981, S. 41f) berichtet ferner von drei eigenen Versuchen, die die Hypothese, daß das Lächeln bei Säuglingen den Abschluß eines perzeptuellen Verarbeitungsprozesses anzeigt, stützen (S. 45). Sie stützen somit auch die hier vorgeschlagene Interpretation. Allerdings weist sie auf einige ungelöste Probleme hin, die aber alle durch unseren Ansatz schlüssig erklärt werden können. STECHLER & LATZ (1966) und CARPENTER (1974, beide nach KAUFMANN-HAYOZ 1981, S. 46) zeigten nämlich, daß die Fixation eines sehr starken visuellen Reizes zu kurzzeitigen Abwendungen führt. Dies steht im Einklang mit der These, daß starke Perturbationen zu einer Abwendung führen, da die Konstruktion nicht gelingt bzw. mehrere Anläufe erfordert (Spannungsregulation bedeutet hier eine Anpassung an die eigene Konstruktionskapazitäten bzw. Referenzwerte).

In diesem Zusammenhang kann auch die in einigen Versuchen beobachtete kindlichen Angst erklärt werden. Diese wurde beobachtet bei wiederholter Vorgabe desselben komplexen Reizes (wiederholte erfolglose Konstruktionsversuche) und bedeutet nach unserem Erklärungsmodell eine Bedrohung der prinzipiell immer auf Anpassung ausgerichteten Aktivität des Säuglings. COHEN (1977, nach KAUFMANN-HAYOZ 1981, S. 40f) be-

richten im Zusammenhang mit Untersuchungen zur Fixationszeit bei geometrischen Formen, daß die Fixationszeit sich bei gleichen Formen habituierte, während diese beim Zeigen von neuen Formen wieder zunahm (Dishabituation). Wenn dann wieder eine bekannte Form gezeigt wurde, blieb die Dishabituation aus. Die Kinder bildeten demnach einen Begriff, der durch die invarianten Merkmale der Reize definiert war.

Die Bedeutung der aktiven Konstruktion für die emotionale Entwicklung des Säuglings

Die beschriebenen Phänomene haben aber insgesamt auch eine große Bedeutung für die allgemeine emotionale Entwicklung. MEILI (1955, nach SROUFE 1981, S. 15) weist darauf hin, daß emotionale Reaktionen (aktive Konstruktion) eines Säuglings niemals allein durch die externe Information erklärt werden kann. Er hat beschrieben, wie sich bei anhaltender, "aufdringlicher" Stimulation Spannung aufbaut, welche sich in Veränderungen (Vergleich von Zeitpunkten) der Motorik und des Gesichtsausdrucks äußert. Die Spannung spiegelt ein Geschehen, welches sich zwischen dem Säugling und dem äußeren Ereignis (Perturbation) abspielt. Der Affekt resultiert also nicht allein aus der Stimulation.

STECHLER & CARPENTER (1967, nach SROUFE 1981, S. 15) weisen darauf hin, daß quantitative Aspekte der einwirkenden Stimulation keine Aussagen über die Richtung der Reaktion (positiver oder negativer Affekt) erlauben. Es muß daher stets neben den quantitativen Faktoren die *Bedeutung* eines Ereignisses *für das Kind* berücksichtigt werden. Man kann daher zu dem Schluß kommen, daß der Säugling das Ereignis (die Perturbationen) in Bezug auf seinen Kontext (Identität und Ziel) wertet (Interpretation der Konstruktion). SROUFE & WUNSCH (1972) haben des weiteren gezeigt, daß derselbe Reiz sämtliche emotionalen Reaktionen eines 10 Monate alten Säuglings erzeugen kann, von Lächeln und Lachen bis hin zu ernsthaftem Betrachten und Weinen. Das alles sind deutliche Hinweise auf unsere konstruktivistische Interpretation, die die prinzipielle Freiheit der Konstruktion der Perturbationen postuliert.

Alle empirischen Resultate lassen daher den Schluß zu, daß dann von Begriffsbildung gesprochen werden kann, wenn es einem Individuum gelingt, rasch und sicher die Perturbationen im Sinne von Spannungsregulation zu konstruieren. Damit kann auch das Lernen auf einer vorsprachlichen Ebene als erfolgreiche aktive Konstruktion definiert werden. Alle hier besprochenen Ergebnisse lassen sich in das vorgeschlagene konstruktivistische Deutungsmuster einordnen, wobei in diesem einfachen Bereich natürlich geringere Probleme bestehen, als bei komplexeren Aktivitäten eines Individuums. Der Vorteil des Konstruktionsmodells liegt allerdings darin, daß es wesentlich sparsamer und weniger metaphorische Interpretationen, d.h., keinerlei Zusatzannahmen hinsichtlich der Trennung von kognitiven und emotionalen psychischen Phänomenen erfordert.