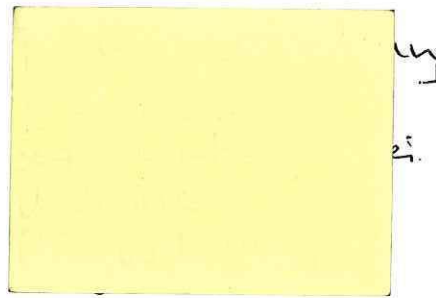


Die Vorlage für das Umschlagbild ist eine Gouache «on cut-and-pasted-paper» von Henri Matisse. Sie trägt den Titel «The Thousand and One Night» und stammt aus dem Jahre 1950. Das Bild gehört dem Carnegie Museum of Art, Pittsburg (USA).
© 1998 ProLitteris, Zürich.

Adresse der Herausgeberin:

Frau Prof. Dr. H. Keller
Universität Osnabrück
Fachbereich 8 Psychologie
Seminarstr. 20
D-49069 Osnabrück



Die Deutsche Bibliothek - CIP-Einheitsaufnahme

Lehrbuch Entwicklungspsychologie / Heidi Keller (Hrsg.). - 1.
Aufl. - Bern ; Göttingen ; Toronto ; Seattle : Huber, 1998
(Aus dem Programm Huber: Psychologie-Lehrbuch)
ISBN 3-456-82938-8



Erste Auflage 1998
© Verlag Hans Huber, Bern 1998
Satz und Druck: Konkordia Druck GmbH, Bühl
Printed in Germany

Kapitel II. 2: Theorien der kognitiven Entwicklung

Beate Sodian, Würzburg

Inhaltsverzeichnis

1. Piagets Theorie der kognitiven Entwicklung	148	3. Informationsverarbeitungstheorien der kognitiven Entwicklung	160
1.1 Die Stadien der geistigen Entwicklung	149	3.1 Neo-Piaget-Theorien	161
1.1.1 Das sensumotorische Stadium	149	3.2 Kognitive Entwicklung als adaptive Strategiewahl: die Theorie von Robert S. Siegler (1996)	163
1.1.2 Vom präoperatorischen zum konkret-operatorischen Denken	152	4. Die «Theorie-Theorie»	164
1.1.3 Vom konkret-operatorischen zum formal-operatorischen Denken	155	4.1 Die intuitive Alltagspsychologie des Kindes («The child's theory of mind»).	166
1.2 Entwicklungsmechanismen: Das Äquilibrationsmodell	156	Literatur	167
2. Evaluation von Piagets Theorie	157		
2.1 Der kompetente Säugling	157		
2.2 Zweifel an der Existenz des präoperatorischen Denkens	158		

Kognitive Entwicklungstheorien betrachten die psychische Entwicklung des Menschen unter dem Aspekt des sich entwickelnden Realitätsverständnisses. Im Gegensatz zu behavioristischen Reiz-Reaktions-Theorien nehmen kognitive Theorien eine interne geistige Repräsentation der Welt beim sich entwickelnden Individuum an. Die Veränderung dieser geistigen Repräsentation im Laufe der Entwicklung gilt als Motor des gesamten Entwicklungsgeschehens (Trautner, 1991). Die meisten modernen Entwicklungstheorien sind kognitive Theorien im weiteren Sinne, auch wenn sie sich nicht mit den prototypischen geistigen Leistungen wie Wahrnehmung, Gedächtnis und Wissen beschäftigen. So gehört z.B. das «innere Arbeitsmodell», eine geistige Repräsentation der eigenen Person und ihrer Beziehungen zu anderen Personen, zu den zentralen Annahmen der Bindungstheorie (Bowlby, 1969), die ihre Wurzeln in der Ethologie und der Psychoanalyse hat, und das kognitive Modellernen wird seit Bandura (1969) in der sozialen Lerntheorie als zentrale Lernform betrachtet.

Das vorliegende Kapitel behandelt kognitive Theorien im engeren Sinne, d. h. Theorien der geistigen Entwicklung des Menschen, insbesondere der geistigen Entwicklung in Kindheit und Jugendalter. Theorien der kognitiven Entwicklung haben das Ziel, das Zustandekommen unserer wichtigsten geistigen Fähigkeiten und Leistungen, also den Erwerb unseres grundlegenden Wissens über die Welt und unserer Lern- und Denkfähigkeiten zu beschreiben und zu erklären. Die Grundfragen kognitiver Theorien sind (1) die Frage nach dem «Ausgangszustand», d. h. den geistigen Fähigkeiten und Lernvoraussetzungen des Neugeborenen, (2) die Frage nach der Art der Entwicklungsveränderungen (was entwickelt sich: Logisches Denken? Gedächtniskapazität? Wissen?) und (3) die Frage nach den Entwicklungsmechanismen (was treibt die geistige Entwicklung voran?).

Jean Piaget (1896-1980), Biologe und Erkenntnistheoretiker, war der erste, der diese Fragen systematisch stellte und empirische Antworten suchte. Sein Werk umfaßt Hunderte von Studien (über 50 Bücher und eine Vielzahl von Artikeln) zur Entwicklung unterschiedlichster Aspekte des Denkens vom

Säuglingsalter bis zur Adoleszenz. Er hat die erste große, in sich geschlossene Theorie der kognitiven Entwicklung vorgelegt, die prägend für das Fach wurde. Alle neueren Theorien der kognitiven Entwicklung sind in Auseinandersetzung mit Piagets Theorie entstanden. Daher steht am Anfang dieses Kapitels eine Darstellung der wichtigsten Annahmen der Theorie Piagets; im zweiten Abschnitt folgt ein Überblick über kritische Einwände gegen seine Theorie; im dritten und vierten Abschnitt des Kapitels werden theoretische Alternativen behandelt: Alternativen aus dem Theorierahmen der Informationsverarbeitungsansätze (3.) und neuere Ansätze zur Beschreibung und Erklärung des Wissenserwerbs, die von angeborenen bereichsspezifischen Wissenskernen und sich verändernden intuitiven Theorien über wichtige Domänen ausgehen (4.).

1. Piagets Theorie der kognitiven Entwicklung

Piaget bezeichnete sein Forschungsfeld als «genetische Epistemologie», die Wissenschaft vom Aufbau der Erkenntnis in der Ontogenese. Seine forschungsleitende Metapher war die Metapher vom «Kind als Wissenschaftler», dem durch intrinsische Neugier und Entdeckungslust getriebenen, aktiv die Welt erkennenden Subjekt. Menschliche Erkenntnis ist für Piaget eine Konstruktion, d. h., unser Realitätsverständnis ist nicht Abbild der Wirklichkeit, sondern eine aktive, konstruktive Leistung des erkennenden Subjekts. Die Grundfrage der Entwicklungspsychologie ist, wie sich diese Konstruktionen im Laufe der Entwicklung verändern.

Piagets Konstruktivismus ist eng verknüpft mit seinem Strukturalismus, da aktive Konstruktionsleistungen des erkennenden Subjekts voraussetzen, daß ein Interpretationsrahmen zur Verfügung steht, innerhalb dessen die Umweltinformationen erst Bedeutung erlangen. Diese Grundannahme ist den meisten kognitionpsychologischen Theorien gemeinsam, insofern als sie davon ausgehen, daß menschliches Wissen organisiert ist und daß die Organisationsstrukturen (z.B. Sche-

mata, Skripts) die Interpretation von neuen Erfahrungen leiten. Charakteristisch für Piagets Theorie ist, daß hochabstrakte, übergeordnete Strukturen des Denkens angenommen werden, die für die gesamten kognitiven Leistungen und Beschränkungen des Individuums - auf einer bestimmten Stufe der Entwicklung - bestimmend sind, und daß die Veränderung dieser Gesamtstruktur die geistige Entwicklung ausmacht.

Piagets Theorie ist eine klassische *Stadientheorie* der Entwicklung: Zu jedem Zeitpunkt der Denkentwicklung stellt sich das Denken des Kindes als geordnete Gesamtstruktur dar. Die kindlichen Leistungen in den unterschiedlichsten Bereichen lassen sich auf diese gemeinsame Grundstruktur zurückführen. Jedes Stadium geht aus dem vorangehenden Stadium hervor, integriert und transformiert die dort angelegten Strukturen und bereitet das nachfolgende Stadium vor. Dieser Restrukturierungsprozeß führt zu qualitativen Veränderungen, d.h., die Strukturen des nächst höheren Stadiums sind nicht einfach eine reichere Version der früher angelegten Strukturen, sondern sie bieten die Grundlage für neue geistige Leistungen, die mit den früheren Strukturen nicht möglich waren. Innerhalb jeden Stadiums sind die Strukturen zunächst instabil und werden im Entwicklungsverlauf konsolidiert. Die Stadien bilden eine invariante Sequenz, keines kann ausgelassen werden. Die Stadien sind, so Piagets Postulat, universell, d.h., sie kennzeichnen die Entwicklung des Denkens in der Spezies Mensch (vgl. Miller, 1993, S. 53 f).

Piaget unterschied vier Hauptstadien der geistigen Entwicklung, das sensumotorische, das präoperatorische, das konkret-operatorische und das formal-operatorische Stadium, die jeweils durch charakteristische geistige Fähigkeiten und Einschränkungen gekennzeichnet sind (s. Tab. 1 und 2). Im folgenden werden die stadien-typischen Kennzeichen des Denkens für jedes der vier Stadien kurz erläutert (für weiterführende Darstellungen s. Demetriou, in Druck; Flavell, Miller & Miller, 1993; Ginsburg & Opper, 1978; Piaget, 1971, 1983; Miller, 1993; Montada, 1995; Siegler, 1991; Trautner, 1991).

1.1 Die Stadien der geistigen Entwicklung

1.1.1 Das sensumotorische Stadium

Wie fundamental sich Piaget den Strukturwandel in der Denkentwicklung des Kindes vorgestellt hat, und welche Rolle dabei die konstruktive Aktivität des erkennenden Subjekts spielt, läßt sich am Beispiel der Entwicklung des Objektbegriffs in den ersten beiden Lebensjahren zeigen (Piaget, 1937/1974). Wir gehen im Alltag selbstverständlich davon aus, daß physikalische Objekte (Bälle, Stühle, Tische) unabhängig von uns existieren, d.h. Raum einnehmen, dreidimensional und solide sind. Wenn ein Objekt aus unserem Blickfeld verschwindet, nehmen wir nicht an, daß es aufgehört hat zu existieren; wir unterstellen nicht, daß es nur durch unsere Handlungen Existenz gewinnt. Eine der interessantesten Thesen Piagets besagt, daß Kinder nicht mit diesem Grundverständnis der physikalischen Objektwelt zur Welt kommen. Vielmehr wird dieses Grundverständnis erst im Laufe der ersten zwei Lebensjahre konstruiert, wobei der Begriff der aktiven Konstruktion wörtlich zu nehmen ist - das Kind konstruiert die Wirklichkeit in der aktiven, handelnden Auseinandersetzung mit der Objektwelt.

Piagets Grundannahme ist, daß für den Säugling zu Beginn die Objektwelt nicht getrennt vom eigenen Handeln existiert, sondern daß beides eine synkretistische Ganzheit bildet. Im Laufe der ersten beiden Lebensjahre findet eine zunehmende Differenzierung von «Handlung» und «Objekt» statt, die Piaget als Sequenz von sechs aufeinanderfolgenden Stadien beschrieben hat (s. Tab. i). Der Fortschritt beim Erwerb des Objektbegriffs ist gebunden an die sich erweiternden Handlungsmöglichkeiten des Säuglings, insbesondere an die Fähigkeit zu manueller Suche; zugleich sind stadien-typische Fehler bei der manuellen Suche nach verdeckten Objekten die Hauptindikatoren für Piagets These vom fehlenden Begriff des permanenten Objekts. So suchen Säuglinge in Stadium 3 der Entwicklung des Objektbegriffs (im Alter von ca. vier bis acht Monaten) nicht nach vollständig verdeckten Objekten, obwohl sie fähig sind, nach Objekten zu greifen, wenn diese zumin-

Tabelle 1: Stadien der sensumotorischen Entwicklung und der Entwicklung des Objektbegriffs nach Piaget

Stadien 1 und 2	
0-4 Monate	Modifikation von Reflexen. Erste Koordination von Schemata.
Stadium 3	
4-8 Monate	Koordination von Schemata, Erzielen von Effekten «in der Umgebung, jedoch noch keine Anzeichen für intentionale Mittel-Ziel-Koordination. Keine Suche nach vollständig verdeckten Objekten
Stadium 4	
8-12 Monate	«Intelligente» Mittel-Ziel-Verbindungen Suche nach verdeckten Objekten. Jedoch: A-nicht-B-Fehler.
Stadium 5	
12-18 Monate	Versuchs- und Irrtums-Problemlösen, «Aktives Experimentieren» Suche nach Objekten dort, wo sie zuletzt gesehen wurden. Kein Erfolg bei unsichtbaren Verlagerungen
Stadium 6	
18-24 Monate	Entdeckung neuer Mittel durch mental repräsentierte Schemata Verzögerte Imitation, Symbolspiel. Unsichtbare Objektverlagerungen werden durch schlußfolgerndes Denken rekonstruiert.

dest teilweise sichtbar sind. Wenn jegliche perzeptuelle Evidenz für das Fortbestehen des Objekts fehlt, verlieren die Kinder in Stadium 3 sofort jegliches Interesse und verhalten sich, als sei das Objekt nicht mehr existent.

In Stadium 4 (acht bis zwölf Monate) wird diese auffällige Beschränkung der manuellen Suche überwunden, jedoch tritt ein neuer, kurioser Fehler auf, wenn das Versteck eines Objekts gewechselt wird, wie z.B. in der folgenden Spielsituation: Das Kind sitzt zwischen zwei Verstecken A und B (z.B. zwei Tüchern); der Versuchsleiter versteckt ein Objekt X zunächst mehrmals am Ort A; das Kind greift unter das Tuch und holt das Objekt hervor; danach versteckt der VL das Objekt vor den Augen des Kindes am Ort B; das Kind greift sofort nach Ort A, findet das Objekt dort nicht und gibt auf. Dieses als «A-nicht-B-Fehler» bezeichnete eigentümliche Verhalten des Kindes wird von Piaget als Hinweis auf eine mangelnde Differenzierung von Objekt und eigener Handlung interpretiert: Für das Kind ist die gesamte Handlungssequenz («Suche unter A und erziele einen interessanten Effekt») eine undifferenzierte Einheit, und das Objekt, nach dem gesucht wird, existiert für das Kind noch nicht als ein vom eigenen Handeln unabhängiger Gegenstand. Erst im Altersbereich zwischen 18 und 24 Monaten (Stadium 6) entwickelt sich, so Pia-

get, ein reifes, dem unseren ähnliches Verständnis des Objekts; Hauptindikator für die gelungene Differenzierung von Objekt und eigener Handlung ist die Fähigkeit des Kindes, *unsichtbare* Verlagerungen eines Objekts durch schlußfolgerndes Denken nachzuvollziehen: Objekt X wird vor den Augen des Kindes in die Hand genommen, dann verschwindet die geschlossene Faust unter Tuch A, dann B, dann C, ohne daß das Kind sehen kann, ob sich das Objekt noch in der Hand befindet oder nicht. Kinder unter etwa 18 Monaten (Stadium 5) suchen dort, wo sie das Objekt zuletzt verschwinden sahen, und geben auf, wenn es dort nicht ist. Im Gegensatz dazu sucht das Kind in Stadium 6 systematisch unter C, dann B, dann A und zeigt dadurch, daß es versteht, daß das Objekt seine Lage völlig unabhängig von der eigenen Handlung und dem eigenen perzeptuellen Kontakt verändern kann.

Wenn ein so fundamentaler Teil unseres Verständnisses der Realität wie der Begriff des permanenten Objekts nicht von Anfang an vorhanden ist, sondern im Laufe der ersten zwei Lebensjahre erst konstruiert wird, dann muß es qualitative Unterschiede zwischen dem Denken des Säuglings und dem unseren geben, d. h., die Strukturen, die dem Säugling zur Verfügung stehen, um seine Erfahrungen zu interpretieren, können nicht einfach nur reduzierte, erfahrungsärmere Varianten unse-

rer Denkstrukturen sein; wäre dies der Fall, dann müßten elementare Erfahrungen wie die, die beim Kontakt mit belebten und unbelebten Objekten gemacht werden, vom Kind im wesentlichen gleich interpretiert werden wie vom Erwachsenen. In der Tat ist Piagets Theorie der Entwicklung des Objektkonzepts nur ein Teil seiner umfassenden Konzeption der Entwicklung der Intelligenz in den ersten beiden Lebensjahren, die auf Annahmen über grundlegende Unterschiede zwischen der sensumotorischen Intelligenz des Säuglings und der symbolisch-repräsentationalen Intelligenz des älteren Kindes und Erwachsenen basiert.

Die kognitive Grundlage für die organisierten sensorischen und motorischen Handlungen sind sensumotorische *Schemata*.

«Ein sensumotorisches Schema ist ein strukturiertes Verhaltensmuster, das eine spezifische Form der Interaktion mit der Umwelt widerspiegelt. Für Piaget gehört alles Wiederholbare und Generalisierbare einer Handlung zum Schema. Das Saugschema beispielsweise beschreibt die Art, wie Säuglinge verschiedene Objekte in den Mund nehmen und daran saugen. Mit der Ausdifferenzierung des Schemas klassifizieren sie Objekte in «saugbare» und «nicht saugbare» Objekte mit Subkategorien wie etwa harte, weiche, schmiegsame saugbare Objekte.» (Miller, 1993, S. 52)

Schemata befähigen das Kind dazu, eine bestimmte Klasse von Handlungen (z.B. Saugen, Kopfwenden, Greifen) bzw. Kombinationen aus diesen Handlungen auszuführen und entsprechende Umweltereignisse und Handlungen anderer Personen zu organisieren und wiederzuerkennen. Sensumotorische Schemata erlauben es nicht, Handlungen verbal zu bezeichnen (oder auf andere Weise zu symbolisieren), sich vergangene Handlungen zu vergegenwärtigen und Zukünftige vorzustellen; dazu benötigt das Kind symbolisch-repräsentationale Begriffe. Sensumotorische Schemata sind die entscheidende Triebfeder der geistigen Entwicklung in den ersten beiden Lebensjahren: Schemata sind von Anfang an adaptiv: Zum Beispiel zeigen sich

schon im ersten Lebensmonat Unterschiede im Saugverhalten gegenüber unterschiedlichen «saugbaren» Objekten; Piaget interpretierte diese Modifikationen als Hinweis auf beginnende Generalisierung und Differenzierung und damit als erste Anpassungsleistung der kognitiven Struktur des Säuglings an die Umgebung. Ein weiteres wichtiges Merkmal von sensumotorischen Schemata ist, daß sie zu größeren Einheiten kombiniert werden können. Die Koordination von Schemata beginnt in Stadium 2 der sensumotorischen Entwicklung (ein bis vier Monate; z. B.: Ton hören - Kopf wenden) und wird besonders bei der Bildung von Mittel-Ziel-Verbindungen (in Stadium 4 der sensumotorischen Entwicklung, s. Tab. 1) bedeutsam: Das Baby im Alter von etwa acht bis zwölf Monaten kann z. B. gezielt ein Objekt beiseite schieben, um nach einem anderen zu greifen. In Stadium 5 beginnen Kinder, *neue* Mittel-Ziel-Verbindungen zu kreieren, das heißt z. B. Objekte in intelligenter Weise als Werkzeuge einzusetzen, um andere Objekte zu erreichen. So wichtig diese neuen Errungenschaften für die Möglichkeit des Kindes zur aktiven Exploration der Umgebung sind, bleiben sie doch im Rahmen der Möglichkeiten der sensumotorischen Intelligenz.

Der Strukturwandel von der sensumotorischen zur symbolisch-repräsentationalen Intelligenz beginnt erst in Stadium 6 der sensumotorischen Entwicklung (18 bis 24 Monate). In diesem Stadium beginnen Kinder, durch «Denken» zu Problemlösungen zu kommen, anstatt per Versuch und Irrtum Lösungen physisch auszuprobieren; z. B. halten sie inne, wenn ein Hindernis auftaucht, und testen Problemlösungen symbolisch, bevor sie sie physisch umsetzen. Drei weitere Indikatoren für den Wandel von der sensumotorischen zur symbolisch-repräsentationalen Intelligenz werden als besonders bedeutsam betrachtet: der Beginn des Spracherwerbs, verzögerte Imitation und symbolisches Spiel (Fiktionspiel). Diese drei Leistungen sind auf der Basis sensumotorischer Schemata nicht möglich, denn sensumotorische Schemata ermöglichen weder Zeichengebrauch, noch freien Abruf von Gedächtnisinhalten (z.B. von beobachteten Handlungen, die das Kind später imitiert). Konsistent mit diesen Ent-

Wicklungsfortschritten sind die bereits erwähnten Veränderungen in der Suche nach versteckten Objekten: In Stadium 6 ziehen Kinder *Schlußfolgerungen* über die möglichen Verstecke eines Objekts, anstatt nur die sichtbaren Ortsverlagerungen in der manuellen Suche nachzuvollziehen.

Heute weiß man, daß einige der Kompetenzen, die Piaget als charakteristisch für Stadium 6 bezeichnet hatte, bereits wesentlich früher vorhanden sind: Meltzoff (1988) zeigte z.B., daß neun Monate alte Säuglinge nach 24 Stunden ein Modell imitieren konnten, ohne Abrufhilfen benutzen zu können, und sogar Neugeborene können eine Bewegung eines Modells (z. B. die Zunge herausstrecken) nach einer kurzen Verzögerung imitieren, wenn sie durch einen Schnuller daran gehindert werden, das Modell unmittelbar nachzuahmen (Meltzoff & Moore, 1977; 1983). Solche Befunde unterminieren Piagets Theorie der sensumotorischen Entwicklung, da sie darauf hindeuten, daß die Fähigkeit, Information mental zu repräsentieren und aus dem Gedächtnis abzurufen, möglicherweise von Geburt an vorhanden ist - jedenfalls aber sehr viel früher als Piaget annahm. Wenn Säuglinge schon sehr früh zu mentaler Repräsentation fähig sind, dann kann es nicht stimmen, daß es strukturelle, qualitative Unterschiede zwischen einer handlungsgebundenen, sensumotorischen Intelligenz des Säuglings und der symbolisch-repräsentationalen Intelligenz des älteren Kindes und Erwachsenen gibt. Gegen Piagets Stadientheorie ist eine Vielzahl solcher Einwände vorgebracht worden. Auf diese wird in Abschnitt (2.) dieses Kapitels genauer eingegangen.

Ziel des Abschnitts über Piagets Theorie der sensumotorischen Entwicklung war es zu verdeutlichen, wie kühn Piagets Behauptungen über strukturelle Veränderungen im Denken des Kindes sind: Nach Piaget ist das kognitive System des Säuglings ein fundamental anderes als das des älteren Kindes oder Erwachsenen. Der Säugling kommt nicht mit den geistigen Fähigkeiten auf die Welt, die für uns selbstverständlich sind. Er kann im Hier und Jetzt handeln, aber nicht über diese Handlungen nachdenken, sie erinnern oder sich Handlungen vorstellen. Er ist langsam, fehleranfällig und inflexibel. Er ist

stark eingeschränkt in der Fähigkeit zur Kommunikation mit anderen, da er kein konventionell-symbolisches Kommunikationssystem (Sprache) benutzen oder verstehen kann. Im Alter von etwa eineinhalb Jahren hat er sich durch aktive Exploration alles angeeignet, was man sich mit handlungsgebundener, nicht repräsentationaler Intelligenz aneignen kann: Er kann Personen und Objekte instrumentalisieren, um seine Ziele zu erreichen; er kann kreativ neue Werkzeuge einsetzen, wenn konventionelle Mittel nicht helfen; er kann Personen und Situationen wiedererkennen und auf Sicherheit[^] bzw. Unsicherheitssignale reagieren. Im Alter von zwei bis zweieinhalb Jahren ist - nach Piaget - dasselbe Kind ein anderes Wesen: Es benennt Objekte und Personen und fragt nach Benennungen, es bildet Vorstellungswelten im Spiel, es reflektiert (in rudimentärer Form) über seine eigenen Handlungen. Ist die Intelligenz des Zweijährigen damit mit der des Erwachsenen vergleichbar? Piagets Antwort ist «nein». Jedes der folgenden Stadien ist mit weiteren grundlegenden kognitiven «Revolutionen» verbunden.

1.1.2 Vom präoperatorischen zum konkret-operatorischen Denken

Im präoperatorischen Stadium, das den Altersbereich von etwa zwei bis sieben Jahren umfaßt, ist das Kind fähig, mentale Repräsentationen der Welt zu bilden (z. B. von Zuständen und Ereignissen). Jedoch ist es, so Piaget, unfähig, *Operationen* über diese Repräsentationen auszuführen, d.h., die internen Repräsentationen mental zu manipulieren. Piagets Begriff der Operation wird häufig als «internalisierte Handlung» umschrieben (vgl. Miller, 1993, S. 69; Bjorklund, 1989, S. 24): Operationen sind mental und erfordern daher symbolisch-repräsentationale Intelligenz; sie sind verinnerlichte Formen der Handlung, die ihre Ausgangsbasis in offen beobachtbaren, realen Handlungen haben; sie bilden organisierte Strukturen, und sie sind *logisch*, d.h., sie folgen einem System von Regeln, wobei die Grundregel die der *Reversibilität* ist. Zwei Formen der Reversibilität werden unterschieden: Negation (Inversion: z. B. Subtraktion als Inversion der Addition) und Kompen-

sation (der Effekt einer Operation wird durch die andere kompensiert, z. B. wird beim Ausrollen einer Plastilinkugel die Zunahme an Länge durch die Reduktion des Durchmessers kompensiert).

Piaget hat eine Vielzahl von «Denkfehlern» bei Kindern im Vorschulalter beschrieben, die er als Symptome für das *Fehlen* von Operationen deutet (daher die Bezeichnung präoperationales (oder präoperatorisches) Denken). Zu den bekanntesten gehört das Phänomen der Nicht-Konservierung (von Masse, Gewicht, Volumen, Zahl; Piaget & Inhelder, 1974): Zeigt man einem Vierjährigen z. B. zwei gleich aussehende Gläser, die die gleiche Menge Flüssigkeit enthalten, und gießt man dann vor den Augen des Kindes die Flüssigkeit aus einem der beiden Gläser in ein Glas anderer Form (aus einem breiten, flachen Glas in ein langes, dünnes) und fragt das Kind «Ist gleich viel Wasser in den beiden Gläsern oder ist in einem der beiden Gläser mehr Wasser als in dem anderen?» dann antwortet das Kind, es sei mehr Wasser in dem langen, dünnen Glas als in dem breiten, flachen und besteht auf dieser Antwort, obwohl es weiß (das wurde durch eine Kontrollfrage festgestellt), daß gleich viel Wasser in den beiden Ausgangsgläsern war. Dieser für Erwachsene frappierende Fehler ist nach Piaget Zeichen für die fehlende Reversibilität des Denkens: Das Vorschulkind repräsentiert Zustände (Ausgangs- bzw. Endzustand), nicht Transformationen; der Hauptgrund dafür ist, daß es eine offen beobachtbare Handlung nicht mental rückgängig machen kann. Es hat gesehen, wie das Wasser vom breiten in das hohe Glas gegossen wurde, aber es kann nicht die einfache Überlegung anstellen, daß gleichviel Flüssigkeit im hohen wie im breiten Glas sein *muß*, da man, wenn man die Operation (des Umschüttens) rückgängig machen würde, wieder den Ausgangszustand erreichen würde.

Diese Rigidität des Denkens führt dazu, daß präoperatorische Kinder nicht zwischen Transformationen unterscheiden, die für Volumen, Gewicht oder Masse relevant sind, und solchen, die nicht relevant sind, bzw., daß sie sich in ihrer Einschätzung des Effekts von Transformationen vom äußeren Anschein leiten lassen. So glauben sie z.B.,

daß in einem flachen Plastilinpfannkuchen «mehr Plastilin» sei als in der ursprünglichen Plastilinkugel, obwohl sie gesehen haben, daß nichts hinzugefügt wurde, oder daß sich die Zahl von Holzperlen auf einer Schnur verändert, wenn die Abstände zwischen den Perlen verändert werden («mehr» Perlen, wenn die Perlen weiter auseinander gezogen werden). Man bezeichnet das Denken des Vorschulkindes deshalb auch als anschauungsgebunden, wobei das Kind auf die in der Anschauung jeweils salientere Dimension zentriert, das heißt z.B. auf die Höhe des Flüssigkeitsspiegels achtet und den Durchmesser vernachlässigt.

Die Unfähigkeit zu «dezentrieren», d.h., mehr als eine Aufgabendimension gleichzeitig zu beachten, ist ein über die verschiedensten Bereiche hinweg beobachtbares, stadien-typisches Merkmal des präoperatorischen Denkens: Es limitiert das moralische Denken des Kindes ebenso wie seine Fähigkeit, die Perspektive einer anderen Person einzunehmen, oder seine Fähigkeit, lineare Ordnungen vorzunehmen (eine Reihe von Stäben der Länge nach zu ordnen). Vorschulkinder orientieren sich an der Schadenshöhe und vernachlässigen die Absicht, wenn sie moralische Urteile abgeben sollen über einen Täter A, der unabsichtlich einen hohen Schaden anrichtet vs. einen Täter B, der in böser Absicht handelt und einen geringen Schaden anrichtet. Ihr Denken wurde von Piaget als «egozentrisch» bezeichnet, da sie unfähig sind, zwischen ihrer eigenen Perspektive und der eines anderen auf ein Objekt (z. B. ein Modell einer Gebirgslandschaft in der «Drei-Berge-Aufgabe») zu unterscheiden und stets die eigene Perspektive wählen, wenn sie aufgefordert werden, zu zeigen, «wie der andere (auf der gegenüberliegenden Seite) die Landschaft sieht». Sie ordnen Stäbe unterschiedlicher Länge paarweise oder in Gruppen («kurze» vs. «lange»), anstatt sie der Länge nach in eine durchgehende Reihe zu bringen; Piagets Interpretation dieses Fehlers ist, daß das Vorschulkind nicht gleichzeitig zwei Größenrelationen repräsentieren kann, d. h., ein- und denselben Stab sowohl als «kleiner als» den nächst größeren als auch als «größer als» den nächst kleineren betrachten kann.

Piagets Annahmen über die Einschränkungen des präoperatorischen Denkens betreffen grundlegende geistige Leistungen, wie die Fähigkeit zur Klassenbildung und den Erwerb fundamentaler Begriffe wie «Raum», «Zeit» und «Kausalität». Fordert man Kinder auf, Objekte zu gruppieren («so wie sie zusammengehören»), so arrangieren sie sie häufig so, daß sie «ein Bild» ergeben («graphische Kollektionen»), d. h. so, daß sie in lockerem Bezug zu einem gemeinsamen Thema stehen, oder sie wechseln die Kriterien, während sie die Objekte ordnen. Sie produzieren bei freien Klassifikationsaufgaben keine taxonomische Klassifikation nach Oberbegriffen (alle Tiere, alle Fahrzeuge, alle Möbel usw.). Nach Piaget deutet dies darauf hin, daß Kinder im präoperatorischen Stadium nicht über die Logik der hierarchischen Klassifikation verfügen, die für unser Denken grundlegend ist:

Unsere Vorstellungen darüber, welche Arten von «Dingen» es auf der Welt gibt, führen uns zur Unterscheidung zwischen Oberklassen (Lebewesen vs. unbelebte Objekte), innerhalb derer wir über mehrere Hierarchieebenen hinweg differenzieren (Lebewesen - Tiere - Säugetiere - Haustiere - Hunde - Dackel). Thnhelder und Piaget (1964) überprüften das kindliche Verständnis der Relation zwischen Ober- und Unterklasse in der Klasseninklusionsaufgabe: Dem Kind werden Bilder von acht Hunden, fünf Pudeln und drei Schäferhunden vorgelegt. Sie werden aufgefordert, «alle Hunde», «alle Pudel» und «alle Schäferhunde» zu zählen, und tun dies korrekt. Wenn sie gefragt werden: «Sind hier mehr Pudel oder mehr Hunde?», dann antworten Kinder unter etwa acht Jahren: «mehr Pudel». Dieser typische Fehler gilt als Indiz dafür, daß sie die Logik der Klassenhierarchisierung nicht verstehen: Sie können nicht Ober- und Unterklasse gleichzeitig berücksichtigen, d. h., die Pudel sowohl als Pudel als auch als Hunde klassifizieren.

Piagets Charakterisierung des präoperatorischen Denkens beruht nicht nur auf den Ergebnissen von experimentellen Aufgaben, in denen Kinder in Konfliktsituationen gebracht werden, die uns künstlich erscheinen (im Alltag stellen wir uns in der Regel eben nicht die

Aufgabe, die Zahl der Elemente in der Ober- und Unterklasse in Beziehung zu setzen). In seinem Frühwerk hat Piaget (Piaget 1926/1978, 1930) vielmehr Kinder dazu aufgefordert, Phänomene der sie umgebenden Welt zu erklären («Wie hat die Sonne angefangen?» «Warum bewegen sich die Wolken?» «Warum fährt ein Fahrrad?»). Piaget fand, daß Kinder häufig Naturereignisse in Analogie zum menschlichen Verhalten erklären, d. h., unbelebten Objekten Gedanken, Ziele und Gefühle zuschreiben und an die Beeinflußbarkeit von Naturereignissen oder Himmelskörpern durch ihre eigenen Intentionen und Wünsche glauben. Werden sie aufgefordert, zwischen Lebewesen und unbelebten Objekten zu unterscheiden, so tendieren Kinder bis zum Alter von sieben oder acht Jahren dazu, unbelebte Objekte, die sich unabhängig bewegen (die Sonne, Wolken, Autos, Felsbrocken, die einen Berg herunterrollen, nicht aber solche, die unbewegt daliegen), Leben zuzuschreiben. Dieses animistische Denken wurde von Piaget als Zeichen für das unreife Kausalverständnis des Vorschulkindes interpretiert: Präoperatorische Kinder sind, so Piaget, unfähig, mechanische Verursachung zu verstehen; das einzige Kausalschema, das ihnen zur Verfügung steht, ist intentionalistisch und wird angewandt auf die Erklärung menschlichen Handelns (man tut etwas, weil man bestimmte Ziele und Wünsche hat). Vorschulkinder übertragen dieses intentionalistische Kausaldenken auch auf unbelebte Objekte und sind dadurch unfähig, physikalische oder biologische Funktionsmechanismen zu verstehen. Ihre Möglichkeit, Wissen über natürliche Phänomene zu erwerben, ist also durch das Fehlen des Kausalbegriffs in gravierender Weise eingeschränkt.

Die obigen Beispiele zeigen nur einen Teil der Phänomene, die Piaget als charakteristisch für das präoperatorische Denken betrachtete. Wichtig ist, daß Piaget das Fehlen logischer Operationen als grundlegend für alle kognitiven Einschränkungen des Vorschulkindes betrachtete (nicht etwa das Fehlen von spezifischem Wissen). Mit dem Erwerb konkreter Operationen (im Altersbereich zwischen etwa sieben und elf Jahren) werden diese Einschränkungen überwunden:

Das Kind erwirbt die Erhaltungsbegriffe (Invarianz der Menge, des Gewichts, des Volumens), d.h., es antwortet nicht nur richtig auf die Frage, ob nach dem Umschütten von einem breiten in ein hohes Glas «mehr» oder «gleichviel» Flüssigkeit vorhanden sei, sondern es begründet seine Antwort mit Hinweis auf die Kompensierbarkeit bzw. Reversibilität der Transformation. Nach Piaget ist diese Reversibilität des Denkens die Grundvoraussetzung für die Ausbildung von Systemen von Operationen (z.B. Addition, Subtraktion, Multiplikation und Division) und damit für ein «Gleichgewicht» des Denkens. Seine These ist, daß der Erwerb von Operationen nicht nur für mathematisches Denken im engeren Sinne, sondern für alle Bereiche des Denkens Voraussetzung ist: So führt er den Erwerb der Invarianzbegriffe, ebenso wie die Fähigkeit zu transitiven Schlüssen (Max ist größer als Ben, Ben ist größer als Peter, wer ist größer - Max oder Peter?), die Fähigkeit zur sozialen Perspektivenübernahme, die Überwindung des Animismus, die Fähigkeit zur Klasseninklusion u. a. m., auf die gemeinsame Grundlage des Erwerbs der logischen Operativität zurück.

1.1.3 Vom konkret-operatorischen zum formal-operatorischen Denken

Wenn das Kind im Grundschulalter die logisch-operative Basis für die Ausbildung fundamentaler Begriffe wie den Erhaltungsbegriff, den Zeit-, Raum- und Kausalbegriff erwirbt, unterliegt dann seinem Denken die gleiche Gesamtstruktur wie dem des Erwachsenen? Piagets Antwort ist «nein»: Zwischen der mittleren Kindheit und dem Erwachsenenalter findet nicht nur eine quantitative Zunahme an Kenntnissen statt, sondern eine weitere qualitative Restrukturierung des Denkens, der Übergang vom konkret-operatorischen zum formal-operatorischen Denken im Alter zwischen etwa 12 und 16 Jahren. Formal-operatorisches Denken wird meist als «hypothetisches» oder auch «theoretisches» Denken bezeichnet. Während im konkret-operatorischen Stadium Operationen auf konkrete Objekte und Ereignisse angewandt werden, werden im formal-operatorischen

Stadium Operationen auf Operationen angewandt. Der klassische Anwendungsfall formal-operatorischen Denkens ist die «wissenschaftliche Methode»: Inhelder und Piaget (1958) stellten Kindern und Jugendlichen Aufgaben aus der Physik und Chemie und untersuchten, welche Strategien sie anwenden, um die Ursache-Wirkungs-Beziehungen zwischen Variablen aufzudecken, z.B. um herauszufinden, von welchen Faktoren die Pendelfrequenz abhängt. Kinder experimentieren unsystematisch und ohne übergreifenden Plan. Oft reproduzieren sie nur Effekte und versuchen nicht, Hypothesen über deren Ursachen zu generieren und zu testen. Wenn sie Hypothesen testen, manipulieren sie oft mehrere Variablendimensionen gleichzeitig und ziehen aus den Ergebnissen solcher Pseudo-Experimente ungerechtfertigte Schlüsse. Formal-operatorisches Denken ist im Gegensatz dazu gekennzeichnet vom Aufstellen eines Lösungsplans, vom systematischen Testen aller möglichen Ursachenfaktoren unter kontrollierten Bedingungen und von unvoreingenommener Interpretation der Evidenz im Hinblick auf die Ausgangshypothesen. Piaget formalisierte die diesen Kompetenzen zugrundeliegende Gesamtstruktur als ein Modell von 16 binären Operationen (z. B. Konjunktion und Disjunktion) und ein Regelsystem für logische Verknüpfungen (z. B. Negation). Formales Denken ist Voraussetzung für das Verstehen proportionaler Relationen, d.h. von Relationen zweiter Ordnung, und ist damit eine allgemeine mathematische Voraussetzung für das Verständnis vieler naturwissenschaftlicher Inhalte.

Piaget nahm an, daß die Gesamtstruktur der formalen Operationen nicht nur dem Denken in spezifischen naturwissenschaftlichen Inhaltsbereichen zugrunde liegt, sondern, daß das Denken des Jugendlichen in allen Bereichen grundlegend restrukturiert wird. Mit den formalen Operationen erwirbt der Jugendliche die Fähigkeit, sein Denken selbst zum Gegenstand der Reflexion zu machen. Kinder gehen im allgemeinen davon aus, daß sie direkten, unproblematischen Zugang zur Wahrheit haben, vorausgesetzt, sie sind korrekt informiert worden. Jugendliche beginnen, den Erkenntnisprozeß selbst zu problematisieren und darüber zu reflektieren,

1 5 6 Theoretische Ansätze

Tabelle 2: Hauptmerkmale des Denkens im präoperatorischen, konkret-operatorischen und formal-operatorischen Stadium nach Piaget

präoperatorisches Stadium (2-7 Jahre)	Symbolbildung und -verständnis, Spracherwerb, Kommunikation (Egozentrismus). Irreversibilität des Denkens. Zentrieren auf eine Aufgabendimension, Unfähigkeit zur Seriation und zu transitiven Schlüssen. Keine taxonomische Klassifikation, Unverständnis der Klasseninklusionsrelation. Fehlen der Erhaltungsbegriffe. Fehlendes physikalisches Kausalverständnis. Anschauungsgebundenes Denken*
Konkret-operatorisches Stadium (7 bis 12 Jahre)	Mentale Operationen ermöglichen das Verständnis von Transformationen. Erwerb von Invarianzbegriffen, Klasseninklusion, Kausalverständnis, Überwindung des Egozentrismus.
Formal-operatorisches Stadium (ab ca. 12 Jahren)	Hypothetisches Denken. Vollständige und systematische Problemlösungen. Verständnis der wissenschaftlichen Methode. Proportionales Denken.

ob es absolute Gewißheit geben kann (Chandler, Boyes & Ball, 1990). Aus Piagets Sicht stellen die formalen Operationen ein System in perfektem Gleichgewicht dar, das Zielzustand der Denkentwicklung ist. Nicht alle Individuen erreichen diesen Zielzustand, aber wenn er erreicht wird, bietet er die strukturelle Grundlage für alle komplexen geistigen Leistungen. In Tabelle 2 sind die Hauptmerkmale der drei operatorischen Stadien noch einmal zusammengefaßt.

1.2 Entwicklungsmechanismen: Das Äquilibrationsmodell

Die Darstellung von Piagets Theorie als Stadientheorie ist tendenziell irreführend, da der Eindruck eines statischen Systems von geistigen Strukturen entsteht, ohne daß klar würde, wie es möglich ist, daß derartig massive strukturelle Veränderungen stattfinden. Wie kommt das Kind von sensumotorischen Handlungsschemata zu symbolischer Repräsentation? Wie ist es denkbar, daß das Grundschulkind fundamentale Fähigkeiten des logischen Denkens und grundlegende Begriffe unseres Realitätsverständnisses erwirbt, die das Vorschulkind nicht hatte?

Piagets Antwort ist, daß strukturelle Veränderungen das Ergebnis eines ständigen dynamischen Wechselspiels von Anpassungsprozessen sind: Die Notwendigkeit zur Veränderung einer bestehenden Struktur entsteht

dann, wenn die Diskrepanz zwischen dem Situationsverständnis des Individuums und den Anforderungen der Situation so groß wird, daß ein Ungleichgewicht entsteht. Dies ist z.B. dann der Fall, wenn Vorhersagen nicht eintreten (z.B. Vorhersagen darüber, welcher von beiden Armen einer Balkenwaage sich bei einer bestimmten Anordnung von Gewichten senken wird). Es gibt zwei Möglichkeiten, auf eine solche negative Evidenz zu reagieren: Entweder die inkonsistenten Befunde werden durch Umdeutung (oder Ignorieren) in das bestehende Interpretationssystem integriert, oder dieses System selbst wird verändert, so daß zwischen kognitiver Struktur und Aufgabenstruktur keine Diskrepanz mehr besteht. Den ersten Prozeß (Anpassung der Erfahrungswerte an die eigene geistige Struktur) nennt Piaget *Assimilation*, den zweiten Prozeß (Veränderung der geistigen Struktur als Anpassung an neue Erfahrungen) *Akkommodation*. Ein extremes Beispiel für Assimilation ist das Fiktionsspiel, in dem das Kind die Eigenschaften der Objekte im Sinne einer fiktionalen Welt verändert, als extremer Fall von Akkommodation wird häufig Imitationsverhalten genannt (Siegler, 1991, S. 22f.). In der alltäglichen Interaktion des Individuums mit der Umwelt laufen ständig beide Prozesse ab. Im Wechselspiel aus beiden Prozessen wird ein jeweils neuer, höherer Gleichgewichtszustand erreicht (vgl. Flavell et al., 1993, S. 6 f, für ein einleuchtendes Bsp.; siehe auch Miller, 1993, S. 76 f.). Dieser

ständige Reäquillibrationsprozeß wird vorangetrieben durch reflexive Abstraktion, d.h. die Fähigkeit, aus eigenen Handlungen und deren Ergebnissen zu lernen, in dem Sinne, daß Sequenzen von Handlungen und Handlungsergebnissen integriert und neu bewertet werden können (vgl. Demetriou, im Druck, für eine ausführliche Darstellung; vgl. dazu auch Kap. 1.1). Piagets theoretische Vorstellungen über Entwicklungsmechanismen sind konsistent mit seinen Annahmen über die geordnete, in sich geschlossene Sequenz von Stadien: Wenn die Veränderungen in der geistigen Entwicklung bereichsübergreifende Veränderungen von hochabstrakten Strukturen des Denkens sind, so muß es einen sehr unspezifischen, auf alle Bereiche anwendbaren Mechanismus geben, der die Entwicklung vorantreibt. Das Äquilibationsmodell stellt einen solchen allgemeinen Mechanismus dar.

2. Evaluation von Piagets Theorie

Wie jede große und kühne Theorie hat Piagets Theorie der geistigen Entwicklung zu kritischer Evaluation herausgefordert. Seit den sechziger Jahren sind die Annahmen Piagets in Tausenden von empirischen Studien kritisch überprüft worden (vgl. Carey, 1984; Carey, 1990 für Überblicksdarstellungen; Gelman & Baillargeon, 1983); dieser Prozeß ist bis heute nicht abgeschlossen. In den siebziger und achtziger Jahren wandte sich die Forschung zunächst den Behauptungen über die gravierenden Defizite in den kognitiven Fähigkeiten des Vorschulkindes zu; seit den achtziger Jahren ist durch die aufsehenerregenden Befunde der modernen Säuglingsforschung zunehmend auch das Augenmerk auf Piagets Annahmen über die sensumotorische Intelligenz gelenkt worden (vgl. Flavell et al, 1993, Kap. 2; s. auch Kap. IV.1 in diesem Band).

Piagets Antworten auf die drei Grundfragen der kognitiven Entwicklungspsychologie

1. Mit welchem Ausgangszustand beginnt das Kind?,

2. Was entwickelt sich? und
3. Was treibt die Entwicklung voran?

werden heute aus der Sicht der Piaget-Kritiker folgendermaßen beurteilt:

1. Piagets Annahmen über den Ausgangszustand (ein Repertoire an Reflexen; intrinsische Neugier) und über die Entwicklung der sensumotorischen Intelligenz sind krasse Unterschätzungen der Kompetenzen des Säuglings.
2. Piagets These, daß fundamentale Veränderungen in der logischen Operativität dem gesamten Entwicklungsgeschehen zugrunde liegen, ist wahrscheinlich falsch. Darauf deutet vor allem die Forschung zum präoperatorischen Denken hin: Weder lassen sich die Annahmen über stadientypische Einschränkungen des Denkens bestätigen, noch zeigt sich die angenommene stadientypische Homogenität.
3. Piagets Annahmen über Entwicklungsmechanismen sind kaum testbar, da sein Äquilibationsmodell wenig *spezifische* Vorhersagen erlaubt. Jedoch werden heute zunehmend bereichsspezifische Lernmechanismen (statt «general purpose»-Modellen) für angemessen gehalten.

Im folgenden wird die Evidenz zu (1) und (2) an wenigen ausgewählten Beispielen kurz erläutert.

2.1 Der kompetente Säugling

In seinen Studien zur sensumotorischen Entwicklung benützte Piaget die Handlungskompetenzen des Säuglings (v. a. die manuelle Suche) als Indikator für die geistigen Fähigkeiten. Dieses Vorgehen ist problematisch, weil die relevanten motorischen Fähigkeiten sich im fraglichen Altersbereich selbst entwickeln, d.h., die kognitiven Fähigkeiten werden möglicherweise unterschätzt, da die motorischen Voraussetzungen noch nicht vorhanden sind. Die moderne Säuglingsforschung benützt Indikatoren für geistige Kompetenzen, die selbst nicht entwicklungs sensitiv sind, z.B. die Betrachtungszeiten für visuelle Stimuli im Habituations-Dishabituations-Paradigma (ein Stimulus wird mehrmals gezeigt, solange bis das Interesse des Säuglings

nachläßt und die Fixationszeit bis zu einem Kriterium (50%) der ursprünglichen Fixationsdauer abfällt; wenn das Habituationkriterium erreicht ist, wird ein Testreiz dargeboten; wenn der Säugling auf diesen Testreiz hin dishabituert, d.h., wenn die Fixationszeit für den neuen Stimulus signifikant über der für den alten liegt, so schließt man daraus, daß der Säugling diesen neuen Reiz als «neu» bzw. als «unerwartet» relativ zum Habituationsstimulus betrachtet). Mit dieser Methode ist sehr überzeugende Evidenz für angeborenes Wissen über physikalische Objekte gewonnen worden (vgl. Spelke, Phillips & Woodward, 1995, für einen Überblick; siehe auch Abschnitt 4.).

Direkte Evidenz gegen Piagets These vom fehlenden Verständnis des permanenten Objekts kommt aus den Experimenten von Baillargeon (s. Baillargeon, Kotovosky & Needham, 1995, für einen Überblick). Baillargeon (1987) zeigte, daß schon drei bis vier Monate alte Säuglinge erwarten, daß ein Objekt (ein Quader) fortbesteht, wenn es durch ein anderes Objekt (einen Schirm) verdeckt wird. Sie wurden auf ein Ereignis (die Rotation des Schirms um 180 Grad) habituieret; danach wurde der Quader in ihr Gesichtsfeld gebracht; in der Testphase klappte der Schirm zurück, so daß er entweder den Quader verdeckte (physikalisch mögliches Ereignis), oder es wurde der Quader unbemerkt weggenommen, und der Schirm klappte vollständig um (physikalisch unmögliches Ereignis). Die Säuglinge dishabituieren auf das physikalisch unmögliche Ereignis, d. h., sie betrachten das physikalisch unmögliche Ereignis länger als das physikalisch mögliche. Aus diesem Befund kann man schließen, daß sie erwarten, daß das verdeckte Objekt weiterhin existiert (Raum einnimmt), auch wenn kein perzeptueller Kontakt mit ihm besteht. Ferner zeigen die Arbeiten von Spelke zum frühen Objektwissen (Spelke, Breilinger, Macomber & Jacobson, 1992), daß Säuglinge in der ersten Hälfte des ersten Lebensjahres erwarten, daß physikalische Objekte solide und dreidimensional sind und sich auf kontinuierlichen Bahnen bewegen. All diese Befunde sind inkonsistent mit Piagets Annahme, unser grundlegendes Wissen über die physikalische Objektwelt sei nicht von Anfang an

vorhanden, sondern entstehe im Laufe der ersten beiden Lebensjahre aus einem undifferenzierten Konzept von «Objekt» und «Handlung».

Wenn Piaget in seinen Annahmen über das Objektkonzept des Kindes irrte, warum sind dann die Fehler, die Piaget in der manuellen Suche beobachtete, so stabil? Vier bis acht Monate alte Kinder suchen nicht nach vollständig verdeckten Objekten und acht bis zwölf Monate alte machen im allgemeinen den A-nicht-B-Fehler. Diamond (1991) hat Evidenz für die These gesammelt, daß aufgrund von Hirnreifungsvorgängen die relevanten Verhaltenskontrollsysteme (v.a. die Fähigkeit zur Hemmung von Handlungstendenzen) sich erst im Laufe des ersten Lebensjahres entwickeln, so daß die Ausführung von Mittel-Ziel-Sequenzen (z.B. ein Tuch wegnehmen, um ein Objekt zu erreichen) möglich wird. Die neuere Forschung zur Entwicklung des Objektkonzepts deutet also darauf hin, daß Säuglinge sehr früh (inöglicherweise von Geburt an) über grundlegendes Objektwissen verfügen, jedoch nicht von Anfang an fähig sind, dieses Wissen in manuellem Suchverhalten zu nutzen (vgl. Flavell et al., 1993, S. 63 f.). Insgesamt ist Piagets Theorie der sensumotorischen Intelligenz ins Wanken geraten, da die Befunde der neueren Säuglingsforschung (z.B. zur verzögerten Imitation, zum Kausal Verständnis, zum Werkzeuggebrauch; siehe Flavell et al., 1993, S. 63 ff. für einen Überblick) daraufhindeuten, daß kein grundlegender Wandel im repräsentationalen Format (von der aktionalen zur repräsentationalen Intelligenz) stattfindet (s. auch Krist Se Wilkening, 1991).

2.2 Zweifel an der Existenz des präoperationalen Denkens

Piaget hat sehr spezifische Thesen über kognitive Defizite des Vorschulkindes aufgestellt. Nahezu jede dieser Behauptungen ist später kritisch geprüft worden. In vielen Fällen zeigte sich, daß Vorschulkinder die fragliche Kompetenz besitzen, wenn die Aufgabenanforderungen entsprechend vereinfacht werden. Außerdem konnten alternative Erklärungen für das schlechte Abschneiden

jüngerer Kinder in den Piagetschen Aufgaben gefunden werden (vgl. Carey, 1990; Sodian, 1995, für einführende Übersichtsdarstellungen). Aus Platzgründen werden hier nur zwei Beispiele für Argumente gegen Piagets Annahmen über das präoperatorische Denken dargestellt.

Beispiel 1: Kausales Denken im Vorschulalter.

Piaget schloß aus den animistischen und artifiziellen Erklärungen jüngerer Kinder für Naturphänomene auf ein fehlendes Verständnis physikalischer Kausalität (s.o. Abschnitt 2). Das einzige Kausalschema, über das jüngere Kinder verfügten, sei intentionalistisch. Eine alternative Erklärung für die Befunde Piagets ist, daß jüngere Kinder nicht das relevante Vorwissen über die zu erklärenden Phänomene besitzen, mit anderen Worten, daß sie nicht genügend über Meteorologie, Kosmologie oder Mechanik wissen, um die Bewegungen der Wolken, der Gestirne oder das Funktionieren eines Fahrrads zu erklären. Bullock und Kollegen (Bullock, Gelman & Baillargeon, 1982) konnten zeigen, daß schon vierjährige kausale Schlußfolgerungen im wesentlichen nach den gleichen Prinzipien ziehen wie wir, wenn sie über die relevanten inhaltlichen Kenntnisse verfügen: Sie denken deterministisch, gehen nach dem Prinzip der zeitlichen Priorität vor und unterstellen kausale *Mechanismen*, d. h., sie machen Annahmen darüber, auf welche Weise ein Effekt zustande gekommen sein kann; diese Annahmen führen sie dazu, nach relevanten Ursachen zu suchen und irrelevante zu ignorieren. Wenn Kinder z. B. wählen sollen, ob eine rollende Kugel oder ein wandernder Lichtpunkt ein Schachtelteufelchen zum Erscheinen gebracht hat, so wählen sie die Kugel, nicht das Licht. Wenn jedoch zwischen der Rollbahn der Kugel und dem Schachtelteufelchen kein physischer Kontakt besteht und trotzdem das Rollen der Kugel (bzw. das Wandern des Lichtpunkts) vom Erscheinen des Schachtelteufelchens gefolgt wird, dann weisen sie in der Regel beide Antezedenzbedingungen als mögliche Ursachen zurück (Erwachsene wählen in dieser Bedingung gelegentlich das Licht, weil sie unterstellen, daß durch elektrischen Strom Er-

eignisse aus der Distanz ausgelöst werden können; Bullock, 1979). Diese (und viele andere) Befunde deuten darauf hin, daß Vorschulkinder nicht unfähig zum kausalen Denken sind, sondern daß ihnen in vielen Fällen das bereichsspezifische Wissen fehlt, um zu befriedigenden Erklärungen zu kommen. Führt man diese Überlegung weiter, so stellt sich die Frage, ob Veränderungen in der Wissensbasis die treibende Kraft der Denkentwicklung sein könnten. Daß jüngere Kinder in allen Bereichen über weniger Wissen verfügen als ältere Kinder oder Erwachsene, ist eine Trivialität. Die klassische (Piaget-orientierte) Perspektive auf die Denkentwicklung hat die Entwicklungspsychologen lange Zeit daran gehindert, die Konsequenzen dieses scheinbar trivialen Befunds ernst zu nehmen, da die Möglichkeit des Erwerbs von inhaltlichem Wissen als durch die operativen Strukturen des Denkens determiniert galt. In der neueren Forschung hat sich die Perspektive verändert. Theorien der kognitiven Entwicklung, die vom Erwerb bereichsspezifischen Wissens als Motor der Denkentwicklung ausgehen, werden in Abschnitt 4 behandelt.

Beispiel 2: Lineare Ordnungen und transitive Schlüsse.

Piaget zeigte, daß Vorschulkinder unfähig sind, lineare Ordnungen herzustellen und keine transitiven Schlüsse aus linearen Ordnungsrelationen ziehen können (z. B. Max > Ben, Ben > Peter \rightarrow Max > Peter; s.o. Abschnitt 1). Piagets Interpretation ist, daß Vorschulkinder keine Ordnungsrelationen repräsentieren können, da sie unfähig sind zu dezentrieren, und damit unfähig, ein und dasselbe Objekt gleichzeitig in Relation zu zwei anderen Objekten zu setzen. Piaget spricht also dem Vorschulkind die repräsentative Fähigkeit ab, die nötig ist, um lineare Ordnungen herzustellen. Eine mögliche alternative Erklärung ist, daß die Kinder sich die Prämissen nicht merken können und daher nicht über die Voraussetzungen verfügen, um die lineare Ordnung herzustellen und transitive Schlüsse zu ziehen. Diese Interpretation testeten Bryant und Trabasso (1971) in einem Trainingsexperiment: Sie konnten zeigen, daß vier- bis fünfjährige Kinder Serien von

bis zu sechs Items korrekt rekonstruieren konnten, wenn sie über mehrere Sitzungen und Hunderte von Durchgängen die Information über die Größenverhältnisse zwischen Paaren (von farbigen Stäben) auswendig gelernt hatten. Wenn sie alle relevanten Paare korrekt erinnerten, konnten sie auch ohne Schwierigkeiten die transitiven Inferenzen ziehen (s. auch Kail & Pellegrino, 1989, S. 128). Dieser Befund zeigt, daß jüngere Kinder die fragliche operative Fähigkeit haben, und ist damit ein Beleg gegen Piagets Theorie des präoperatorischen Denkens. Zugleich geben diese Befunde einen Hinweis auf eine von Piaget vernachlässigte Quelle des Fortschritts in der geistigen Entwicklung des Kindes: Möglicherweise liegen vielen der Denkfehler, die Piaget als kennzeichnend für das präoperatorische Denken beschrieb, Gedächtnisprobleme zugrunde (s. auch Kap. V.3). Folgt man dieser Überlegung, so erscheinen die sich verbessernden Gedächtnisfähigkeiten als der eigentliche Motor der Denkentwicklung. Diese Hypothese wurde forschungsleitend für die Neo-Piaget-Theorien der kognitiven Entwicklung, die im folgenden Abschnitt behandelt werden.

3. Informationsverarbeitungstheorien der kognitiven Entwicklung

In den siebziger Jahren begann die kognitive Entwicklungspsychologie, sich am dominierenden Forschungsparadigma der Allgemeinen Psychologie, dem Informationsverarbeitungsparadigma, zu orientieren. Diese Neuorientierung führte zu einer Reinterpretation von Piagets Beschreibung und Erklärung des Verlaufs der geistigen Entwicklung und darüber hinaus zu neuen Forschungsfragen, die aus der Allgemeinen Kognitionspsychologie kamen und in der Entwicklungspsychologie aufgegriffen wurden. War für Piaget die Metapher vom «Kind als Wissenschaftler» forschungsleitend, so orientieren sich die Informationsverarbeitungs-(IV-)Ansätze, vereinfachend gesagt, an der «Kind als Computer-Metapher. Die Grundannahme der IV-Ansätze ist, daß Denken Informationsverarbeitung

ist und daß folglich die Psychologie der Denkentwicklung sich mit der Frage beschäftigt, wie sich die IV-Prozesse bei Kindern von denen bei Erwachsenen unterscheiden und wie Veränderungen in der Art, wie Information repräsentiert und verarbeitet wird, zustande kommen. Besonders bedeutsam für die IV-Theorien der Denkentwicklung ist die Grundannahme der IV-Psychologie, daß die menschliche Informationsverarbeitungsfähigkeit *begrenzt* ist und daß unsere geistige Leistungsfähigkeit entscheidend von unseren Möglichkeiten abhängt, diese Begrenzungen (z.B. durch Einsatz intelligenter Strategien) zu erweitern. Für die Entwicklungspsychologie bedeutet dies/daß Veränderungen der Informationsverarbeitungskapazität im Laufe der Entwicklung als wesentliche Determinante kognitiver Veränderungen identifiziert wurde und daß Analysen der *Prozesse* der Lösung kognitiver Aufgaben, nicht mehr die qualitative Beschreibung der Art der Lösung, in den Vordergrund rückten.

Informationsverarbeitungsmodelle gehen davon aus, daß Information aus der Umgebung aufgenommen und durch die Sinnesorgane registriert und nach extrem kurzer Zeit (200 bis 300 msec) in einen temporären Gedächtnisspeicher überführt und dort verarbeitet wird. In diesem Kurzzeit- oder Arbeitsspeicher kann Information über eine begrenzte Zeit von etwa 30 sec aktiv bearbeitet werden und dann in das Langzeitgedächtnis gelangen, wo sie permanent gespeichert wird (vgl. Klimesch, 1988; Schneider & Büttner, 1995; Siegler, 1983; s. auch Kap. V.3 für Einführungen in Mehrspeicherkonzeptionen des Gedächtnisses). Nicht alle entwicklungspsychologischen Ansätze aus der IV-Tradition basieren auf der Mehrspeicherkonzeption, jedoch ist die gemeinsame Annahme, daß Information durch mehrere Systeme «fließt» und in ihnen verarbeitet wird und daß sich diese Systeme in ihrer Verarbeitungsgeschwindigkeit und -kapazität unterscheiden. Ferner unterscheidet man zwischen automatischen und strategischen (kontrollierten) *Verarbeitungsprozessen*; durch zunehmende Automatisierung kann die Verarbeitungsgeschwindigkeit erhöht und -kapazität für weitere Prozesse frei werden (vgl. Bjorklund, 1989, Kap. 3). In der Entwicklungspsychologie stellt man die Frage

