

5. Kapitel

Denkstrukturen und Wissenserwerb
in der Ontogenese¹

Kurt Reusser

*1 Kognitive Entwicklung als Ontogenese
von Wissens- und Denkstrukturen*

Interessierte sich eine von biologistischen Begriffen wie Wachstum, Anlage und Reifung ausgehende, an inhaltsneutralen Stadien- und Stufenkonzepten orientierte, mehr intuitiv als empirisch vorgehende Entwicklungspsychologie lange Zeit kaum für die Ontogenese von qualitativen Wissens- und Denkstrukturen², so hat sich diese Situation durch die Auseinandersetzung mit dem Werk von Jean Piaget in den vergangenen Jahrzehnten deutlich gewandelt. Der vom Geiste Darwins und Rousseaus geprägten und zugleich in der rationalistischen Tradition Kants wurzelnden Epistemologie und Entwicklungstheorie des großen Genfers ist es zuzuschreiben, daß die zwischen dem Kleinkind- und dem Erwachsenenalter auftretenden strukturellen Veränderungen des geistigen Lebens heute durchwegs im Sinne eines langwierigen und inhaltlich weitverzweigten, als Serie von Konstruktionsprozessen faßbaren Gestaltwandels begriffen werden.

Mittlerweile ist die Phase der Piaget-Rezeption durch eine breitgefächerte Auseinandersetzung mit den Genfer Ideen abgelöst worden. Vor allem zwei Trends sind es, die in den vergangenen Jahren – unter Bewahrung des von Piaget nachhaltig geprägten Bildes des aktiven Kindes als eines konstruktiven, mit starken Selbstregulationskräften ausgestatteten Subjekts – für Bewegung im

¹ Neben den Herausgebern danke ich folgenden Kolleginnen und Kollegen für wertvolle Anregungen und Hinweise zu Vorfassungen dieses Kapitels: Peter Damerow, Christine Pauli, Josef Svancara, Fritz Staub, Elsbeth Stern.

² Für wichtige Ausnahmen bezüglich der Erkenntnis der Bedeutung der Kinderpsychologie für das Studium der Entstehung und Entwicklung von Wissens- und Denkstrukturen vgl. etwa Preyer (1881). *Die Seele des Kindes*; sodann Arbeiten von Karl und Charlotte Bühler, William Stern und Heinz Werner.

Rahmen einer vielfältigen postpiagetschen Theorielandschaft gesorgt haben: Weist der eine Trend von der Betonung universeller und globaler (wissensneutraler) Modelle der kognitiven Entwicklung in die Richtung von mehr molaren und bereichsspezifischen Auffassungen der Dynamik des kognitiven Wandels, so weist der andere von einer individuum- und geistzentrierten Auffassung in die Richtung einer stärkeren Betonung der aktiven Rolle der soziokulturellen Umwelt für die Ausbildung des Erkenntnisvermögens und des Weltbildes.

Eine zentrale Bedeutung bei dieser theoretischen Umorientierung kommt der Etablierung kognitionswissenschaftlicher Ansätze in der Psychologie zu. Vor allem die in Analogie zur Funktionsweise von (maschinellen) Informationsverarbeitungssystemen konzipierten Modelle der menschlichen Geistestätigkeit und die durch sie angeregte neue Lern- und Wissenspsychologie haben zu Neu-einschätzungen hinsichtlich der Determinanten der Entwicklung des menschlichen Denkens und Wissens geführt. In den achtziger Jahren sind mehrere empirisch gehaltvolle Ansätze zur Ontogenese von Wissens- und Denkstrukturen entstanden, deren Vertreter – unter der Annahme mehr oder weniger starker Interdependenzen mit endogenen Entwicklungsmechanismen – im soziokulturell vermittelten Erwerb und in der progressiven Restrukturierung *bereichsspezifischen Weltwissens* einen zentralen kognitiven Entwicklungsfaktor sehen. Weinerts Aussage, daß es sich „beim Wissenserwerb gleichzeitig um eine Bedingung, einen Mechanismus und um ein Kriterium der kognitiven Entwicklung handelt“ (Weinert, 1989, S. 3), würde derzeit wohl die Mehrzahl der Theoretiker zustimmen.

Es ist kein Widerspruch, Piaget, den Theoretiker universeller Formalstufen der Entwicklung *par excellence*, mit Blick auf den Theoriewandel von endogen geprägten, universellen und globalen Ansätzen zu stärker exogen geprägten, kultur- und bereichsspezifisch orientierten Ansätzen, auch als einen Übervater der Wissenspsychologie zu bezeichnen. Kein zweiter Kognitionswissenschaftler hat ebenso nachhaltig die bestimmende Rolle des Vorwissens bzw. des zu einem bestimmten Zeitpunkt erworbenen Erkenntnisstrukturniveaus für die Welt-Wahrnehmung, das Verstehen und Problemlösen eines Individuums betont und analysiert, wie dies der Strukturalist Piaget in seiner genetisch-konstruktivistischen Entwicklungs- und Erkenntnistheorie getan hat.

Entsprechend der Bedeutung Piagets für das Verständnis kognitiven Wandels als Ontogenese von Wissens- und Denkstrukturen sind die beiden Abschnitte des ersten Teils des vorliegenden Beitrags der Darstellung und kritischen Würdigung seines Werks gewidmet.

Exemplarisch und in gebotener Kürze werden sodann im zweiten Teil wissenspsychologisch bedeutsame Linien in fünf neo- und postpiagetschen Forschungsprogrammen zur Ontogenese von Wissens- und Denkstrukturen nachgezeichnet. Angefangen wird mit drei Ansätzen, die sich schwerpunktartig

(wenn auch keineswegs ausschließlich) mit der Entwicklung *deklarativer* bereichsspezifischer Strukturen, d. h. mit der Ausbildung von begrifflichem Sachwissen verbinden lassen. Der Reihe nach sind dies die von Piagets Stufentheorie inspirierten frühen Informationsverarbeitungsmodelle, die piagetkritischen und domänenspezifischen „constraint“-Ansätze sowie die wissensbasierten Ansätze, nach denen kognitive Entwicklung in erster Linie als Erwerb eines reichhaltigen und intelligent strukturierten bereichsspezifischen Wissens verstanden wird.

Da bezüglich der Entwicklung *prozeduraler Denkstrukturen* in den letzten Jahren ebenfalls eine – von einer „instruktionalen Wende“ zusätzlich begleitete – theoretische Umorientierung von allgemeinen zu stärker inhaltspezifischen kognitiven Kompetenzen stattgefunden hat, wird in einem vierten Abschnitt der Forschungsstand zur Entwicklung von Gedächtnisfähigkeiten, Lern- und Problemlösestrategien beleuchtet.

Eine noch so knappe Darlegung derzeitiger Sichtweisen der kognitiven Entwicklung bliebe wesentlich unvollständig, wenn sie nicht die im weiteren Sinne *pädagogischen* Ansätze zur Entwicklung von Wissens- und Denkstrukturen mitberücksichtigen würde. Nicht nur favorisieren die meisten heutigen Ansätze fachspezifische gegenüber globalen Wissensstrukturen, Denk- und Problemlösestrategien. Unter dem Einfluß vor allem von Vygotsky (1978) wird – komplementär zu der seit Piaget selbstverständlichen Annahme eines aktiv-lernenden Individuums – zunehmend auch die Wichtigkeit einer *aktiven soziokulturellen Umwelt* betont, d. h. im weitesten Sinne, eines *soziokulturell-instruktionalen Einflußfaktors* auf eine nicht mehr bloß individuell und endogen gedachte Entwicklung. Mit der Rolle der sozialen Interaktion und der Kultur für die Wissens- und Denkentwicklung und damit verbunden auch mit der Schrittmacherfunktion des angeleiteten Lernens für die kognitive Entwicklung beschäftigt sich der Schlußabschnitt.

2 Piagets universalistische Perspektive der Kognitionsentwicklung als empirische Erkenntnistheorie

„Unser Problem läßt sich folgendermaßen formulieren: Vermittelt welcher Leistungen geht der menschliche Geist von einem Stand weniger befriedigender Erkenntnis zu einem Stand höherer Erkenntnis über?“ (Piaget, 1970 b, S. 20).

Kein Forscher hat die kognitive Entwicklungstheorie nachhaltiger beeinflusst als Jean Piaget. Zu seiner genetischen Epistemologie und Theorie der geistigen Entwicklung des Kindes, einem Werk, das nicht nur Einflüsse aus den unterschiedlichsten Wissenschaften in sich aufgenommen, sondern zwischen den zwanziger und siebziger Jahren auch zahlreiche Erweiterungen und Restruk-

turierungen erfahren hat, gibt es bis heute keine Alternative. Piagets genetischer Konstruktivismus gehört deshalb immer noch zu den Eckpfeilern auch der meisten aktuellen Forschungsprogramme.

2.1 Piagets genetisch-epistemologische Theorie der geistigen Entwicklung

Piagets Theorie der Erkenntnisentwicklung beruht auf der Auswertung jahrzehntelanger Beobachtungen des Denkverhaltens von Kindern über eine große Anzahl kognitiver Bereiche hinweg. Interessiert an den Mechanismen der Hervorbringung und an den ontogenetischen Vorformen des (natur)wissenschaftlich-rationalen Denkens³, ist Piaget in der Regel so vorgegangen, daß er Kinder unterschiedlichen Alters entweder verbal befragte (sog. „klinische Interviews“) oder mit ihnen, unter Verwendung von meist verblüffend einfachen, sorgfältig analysierten Aufgaben, „klinische Experimente“ durchführte. Deren Ergebnisse interpretierte er im Lichte seiner Stufentheorie und seiner genetischen Erkenntnistheorie. D. h., einerseits erschloß der *Entwicklungspsychologe* Piaget aus den beobachteten Handlungs- und Denkleistungen die Entwicklungsstufe, das ist die kognitive Strukturhöhe, die ein Kind bezüglich einer Aufgabe bzw. einer in Frage stehenden Wissensform zeigte – wobei er als Indikatoren die von den Kindern im Experiment erreichten Koordinationen von Handlungs- und Operationsschemata verwendete. Andererseits lieferten die Verhaltensweisen der Kinder dem *Epistemologen* Piaget das Material zu seiner strukturgegenetischen Rekonstruktion der Kategorien des Denkens und Wissens durch Identifikation ihrer Vorläuferstrukturen.

2.1.1 Der universelle Stufengang der Entwicklung: Vom Handlungswissen zum formalen Denken

Nach Piagets monistischer Auffassung der kognitiven Entwicklung durchläuft jedes Kind vom Säuglingsalter bis zur Adoleszenz in gesetzestartiger Weise eine invariante Abfolge von vier allgemeinen Stufen, Stadien oder Strukturniveaus der Wissens- und Denktätigkeit: eine sensumotorische (0–2 Jahre), eine vor-operatorisch-anschauliche (2–7 Jahre), eine konkret-operatorische (7–10/11 Jahre) und eine formal-operatorische Stufe (ab zirka 12 Jahren). Jede Stufe schließt dabei die Elemente der vorhergehenden ein und stellt eine notwendige Voraussetzung für das Erreichen der nächsten Stufe dar. Die Charakteristika

³ Darin, daß Piaget in erster Linie das Werden des naturwissenschaftlichen Denkens – und nicht des Denkens schlechthin – im Auge hatte, liegt eine oftmals zu wenig beachtete Einschränkung seiner Entwicklungstheorie.

dieser sich über verschiedenste Realitätsbereiche synchron ausprägenden inhaltsneutralen Strukturniveaus sind – formal betrachtet – identisch. D. h., sie sind im Prinzip unabhängig davon, ob es sich um die Entwicklung des Zahlbegriffs, der Kausalität, des Klassifizierens, des logischen Schließens, der Moral oder um irgendeine der zahlreichen, von Piaget untersuchten Denk- und Wissensformen handelt. Entsprechend versucht der Strukturalist Piaget, die Kompetenz- und Defizitmerkmale der Stufen, welche in der Theorie den Status hypothetischer Konstrukte einnehmen, in einer einheitlichen Sprache zu analysieren. Die Verwendung einer logisch-mathematischen *Sprache* zur Kennzeichnung der zu einem bestimmten Zeitpunkt erreichten Strukturhöhe der Entwicklung widerspiegelt dabei Piagets Überzeugung, daß „in der Mathematik sich die rational ordnende Aktivität des epistemisch-universalen Subjekts in reinster Form“ (Wetzel, 1978, S. 58) ausdrückt.

Entwicklungsstufen. Stufenübergänge oder Entwicklungsfortschritte werden im kognitiven System durch Widersprüche und Ungleichgewichte ausgelöst, in die das Kind in der aktiven Auseinandersetzung mit der natürlichen und soziokulturellen Umwelt, insbesondere bei seinen Versuchen, bestimmte Aufgaben und Anforderungen zu bewältigen, gerät. Während einer bestimmten Zeitperiode dauernd auftretende Widersprüche in der Organisation seines kognitiven Verhaltens – zum Beispiel Konflikte zwischen Assimilationsschemata oder fehlgeschlagene Assimilationsversuche – zwingen es im Laufe seiner geistigen Entwicklung mehrfach dazu, seine nicht mehr an die Umwelt angepaßten und dadurch aus dem Gleichgewicht geratenen Wissens- und Denkstrukturen auf einem höheren, „intelligenteren“ Strukturniveau neu zu integrieren.

Auf der ersten, *sensumotorischen Stufe* bedeutet kognitive Entwicklung die Ausbildung einer intelligenten Logik des Handelns. Sie hat ihren Anfang in den bei der Geburt vorhandenen organisch-biologischen Regulationen (angeborene Instinkt- und Reflexmechanismen) und setzt sich in Richtung der Ausbildung des Denkens und der Sprache fort. Dabei bildet nicht (wie traditionellerweise angenommen) die Wahrnehmung oder die Sprache, sondern die das primäre Instrument des Austauschs zwischen Subjekt und Objekt darstellende *Handlungsaktivität* die Quelle und Basis der Wissens- und Intelligenzentwicklung. Das Kind erwirbt sein erstes Wissen über Raum, Objektwelt, Zahlen und Kausalität über sein leiblich-motorisches Handeln. Seine erste Wissensform sind die sensumotorischen Schemata als die verallgemeinerten Strukturen jener Handlungsvollzüge, mit denen sich bestimmte Effekte und Ziele erreichen lassen. Ein vier Monate altes Kind setzt wiederholt die am Kinderbett hängende Glocke in Bewegung, weil dies einen interessanten Effekt erzeugt, oder ein älteres Kind manipuliert mit Händen und Werkzeugen an einem Behälter herum, um an einen darin steckenden Gegenstand heranzukommen – beides Fälle einer allgemeinen Fähigkeit des Verknüpfens und Koordinierens von Handlungen mit Blick auf ein vorgestelltes Ziel. Oder ein anderthalbjähriges Kind

kann einfache Handlungen zeitlich verzögert und in Abwesenheit des äußeren Modells nachahmen (was den Beginn der für die geistige Entwicklung wichtigen Symbolfunktion signalisiert), oder es kann in Anwendung seiner bereits vielfältigen sensumotorischen Schemata beliebige Gegenstände explorieren und dabei viele ihrer Merkmale erfahren. Auch dieses elementare Repräsentations- und Explorationsverhalten transferiert rasch auf breite Gegenstands- und Situationsbereiche.

Die *präoperationale Stufe* der Entwicklung, in die das Kind am Ende des Säuglingsalters eintritt, ist durch das wahrnehmungsgebundene anschaulich-intuitive Denken des Kleinkindes geprägt. Wesentliche Merkmale sind der kindliche Egozentrismus (Unfähigkeit zur Perspektiven- und Rollenübernahme), die animistischen und artifiziellistischen Naturdeutungen sowie der allgemeine Zug der Fixierung des Denkens auf isolierte Merkmalsdimensionen von Gegenständen, Prozessen und Handlungen. So verhalten sich beispielsweise vier- bis fünfjährige Kinder egozentrisch, wenn sie glauben, daß andere Kinder, welche ein auf einem Tisch aufgestelltes dreidimensionales Modell dreier unterschiedlich geformter Berge von verschiedenen Tischseiten her betrachten, dasselbe sehen müßten wie sie. Gleichaltrige Kinder meinen ebenfalls, ein Haufen Kieselsteine umfasse plötzlich mehr – oder weniger – Steinchen, je nachdem wie eng zusammengedrückt oder wie weit ausgebreitet sie sind. Generell haben auf dieser anschaulich-intuitiven Stufe der Denkentwicklung physikalische und mathematische Mengenbegriffe (Gewicht, Volumen, Anzahl, Zeitdauer) ebenso wie Kategorien des logischen und moralischen Urteilens noch nicht die für das spätere operatorische Denken charakteristische, gegenüber Anordnungs-, Material- und Situationsänderungen resistente transssituationale Stabilität erlangt.

Mit dem zwischen dem fünften und dem achten Lebensjahr erfolgenden Übergang ins Stadium des *konkret-operatorischen Denkens* vollzieht das Kind den nach Piaget bedeutendsten Entwicklungsschritt vom perzeptiven, hier-und-jetzt-gebundenen zum dezentrierten logischen Denken. Die Urteilsleistungen, zu denen das Kind nun bereichsübergreifend und transssituational fähig wird, beruhen im wesentlichen auf dem Vollziehenkönnen vollständig reversibler (umkehrbarer) beweglicher Operationen. Zum Beispiel erkennt nun das operatorische Kind, wie unterschiedlich gerichtete quantitative Handlungen (Addition und Subtraktion) oder auf unterschiedliche Dimensionen fokussierende Wahrnehmungsakte vor einer physikalischen Mengensituation (Beachtung der Länge versus der Dicke einer Lehmwurst, der Höhe versus der Breite eines mit Flüssigkeit gefüllten Glases) einander kompensieren – eine Leistung, die auch den verschiedenen Erhaltungen (Invarianzen: z. B. der Substanz, der Zahl) zugrunde liegt.

Bereits auf der Stufe des konkret-operatorischen Denkens ist das Kind fähig, nicht nur einzelne Situationsaspekte isoliert zu verarbeiten, sondern zwei oder

mehr Dimensionen einer Situation zueinander in Beziehung zu setzen („misen relation“) und zu Gesamtstrukturen („structures d'ensembles“) zu verbinden. Allerdings setzt dies immer noch voraus, daß das Kind nicht nur die Objekte seines Handelns als konkret-anschauliche oder sprachlich-symbolische Stützen vor sich hat, sondern auch alle Operationen mit diesen Objekten real ausführen kann. Dies ändert sich mit dem Übergang zur *Stufe der formalen Operationen*, die das Kind mit etwa zwölf Jahren erreicht und schrittweise konsolidiert. Ganz allgemein wird sein Problemlöseinventar jetzt noch flexibler, und seine Strategien und Operationen werden noch einmal unabhängiger von konkreten Wahrnehmungs- und Materialstandpunkten. In seinem Denken ist das Kind nun nicht mehr darauf beschränkt, daß die Informationen und Denkobjekte, mit denen es arbeitet, *tatsächlich* vorliegen müssen. Infolge seines veränderten Verhältnisses zur *Sprache* (Fähigkeit zum abstrakten Symbolgebrauch) vermag es die konkreten Operationen jetzt auch sprachlich zu repräsentieren und damit in systematischer Weise über die gegebenen Informationen hinauszugehen. So kann es z. B. eine mathematische Textaufgabe ohne Probieren und ohne konkrete Objekt- und Handlungsstützen, d. h. allein in der gedanklichen Vorwegnahme des Operationszusammenhangs, auf der Basis der Textaussagen lösen. Allgemein kann das Kind, falls es diese Entwicklungsstufe und damit die Voraussetzung für wissenschaftliches Denken überhaupt erreicht (was nicht selbstverständlich ist), vor einer Problemsituation nun auch ebensogut internal über *denkmögliche* Einflußfaktoren und *hypothetische* Zusammenhänge wie über real beobachtbare Ereignisse nachdenken. D. h., es vermag nicht mehr nur das Tatsächliche, sondern auch das Mögliche zu denken, Systeme zu bilden, darin Variablen zu abstrahieren und hypothetisch-schlussfolgernd miteinander zu kombinieren.

2.1.2 Piagets genetisch-konstruktivistische Erkenntnis- und Wissenstheorie: Dynamischer Kantianismus und Strukturalismus

Piagets Ruhm beruht auf zwei Säulen: auf seiner strukturalistischen Entwicklungstheorie und auf seiner genetisch-konstruktivistischen Epistemologie. Mit letzterer (vgl. Piaget, 1950) verfolgte Piaget kein geringeres Ziel, als das bis dahin der Philosophie vorbehaltene Terrain der Erkenntnistheorie einer empirisch-naturwissenschaftlichen Bearbeitung zu erschließen. Auf der Suche nach den Vorläuferstrukturen einer von ihm genetisch betrachteten *ratio* hat Piaget weite Teile der theoretischen Vernunft des Menschen, seines (onto)logisch-rationalen Vermögens – und sogar der praktischen Vernunft (Moral!) – einer strukturellen Analyse ihrer Ontogenese unterzogen. Mit dieser von seiten der Philosophie immer wieder als psychologistisch beargwöhnten empirisch-wissenschaftlichen Behandlung erkenntnis- und wissensphilosophischer Fragestellungen und Begriffe gehört er nicht nur zu den großen Anregern der Wissen-

schaftstheorie des zwanzigsten Jahrhunderts. Seine radikal konstruktivistische, in der Psychogenese des Menschen verankerte Ontologie und Epistemologie stellt ebenfalls einen Meilenstein in der modernen Wissenspsychologie dar.

Piagets Programm einer genetischen Rekonstruktion der humanen Wissens- und Denkformen entspricht – philosophisch gesehen – einem „dynamisch gewordenen Kantianismus“ (Piaget, 1974 b). Wie seinerzeit Kant fragte auch Piaget nach den Bedingungen der Möglichkeit der Erfahrung, d. h. nach dem Zustandekommen rationaler – sicherer, allgemeiner, notwendiger, logischer – Erkenntnis. Beantwortete Kant (1781) die Frage rein transzendentalphilosophisch, d. h. durch Rückgriff auf einen *a priori* gegebenen spontan-gesetzgebend tätigen Verstand, so antwortete Piaget mit seiner These von der allmählichen, schrittweisen *Konstruktion der Erkenntnis- und Verstandesstrukturen in der Ontogenese*. Logisches Vermögen, Wissens-, Denk- und Anschauungsformen gehen nicht mehr, wie bei Kant, der Erfahrung prinzipiell voraus, sondern durch reflektierende Abstraktion („abstraction réfléchissante“) innerhalb von Handlungen (deshalb auch: „abstraction à partir de l'action“) im Verlaufe eines mindestens anderthalb Jahrzehnte dauernden empirischen Konstruktionsprozesses genetisch aus ihr hervor. In der Formulierung Piagets: „Es gibt ein erkennendes Subjekt, das eine aktive Rolle im Prozeß der Erkenntnis spielt, indem es jede Erfahrung *a priori* strukturiert oder allmählich konstruiert, wobei es die für das *Apriori* charakteristische innere Notwendigkeit bewahrt, allerdings nicht mehr in statischer, sondern in dynamischer Form“ (Piaget, 1965, S. 72).

Es handelt sich um eine Transformation von kopernikanischer Dimension, mittels derer Piaget das epistemologische Gedankengebäude in seinem Verständnis auf sichere Füße zu stellen versuchte, indem er – Kants „transzendente Deduktion der reinen Verstandesbegriffe“ durch eine empirische Konstruktion ersetzend – den statischen Apriorismus Kants auf die dynamisch-genetische Ebene der Ontogenese menschlicher Denk- und Wissensformen projizierte.

Daß Piaget, der sich früh entschloß, sein Leben der „biologischen Erklärung des Erkennens zu widmen“ (1966, S. 20), und der ein Leben lang die realen Entstehungsbedingungen des „epistemischen Subjekts“ und seiner Tätigkeiten untersucht hat, nicht an eine apriorische Vernunft glauben mochte, hängt noch mit etwas weiterem zusammen: mit seiner Sichtweise der Kognition als Form und Funktion der biologischen Anpassung des Organismus an eine komplexe Umwelt (Piaget, 1967). In der genetischen Epistemologie trägt er der biologischen Funktion der Kognition durch die Annahme eines in biologischen Grundtendenzen wurzelnden *funktionellen Apriori* Rechnung (Piaget, 1936). Gemeint sind die invarianten Grundfunktionen der Assimilation und der Akkomodation, durch die hindurch alle Erfahrung erfolgt. Der in angeborenen Handlungskoordinationen des Organismus verankerte inhaltliche Struktur-

bau vollzieht sich nach Maßgabe eines zu einem bestimmten Entwicklungszeitpunkt ausgebildeten Repertoires von *Assimilationsschemata*. Dadurch, daß diese Schemata insgesamt die Möglichkeiten festlegen, auf einer Entwicklungsstufe bestimmte Erfahrungen zu machen – ich erkenne nur soviel von der Wirklichkeit, als die Brille meiner Assimilationsschemata hergibt –, kommt ihnen im Erkenntnisvorgang die Rolle genetisch relativer und dynamischer Apriori zu.

Der Prozeß der Assimilation bezieht sich dabei auf die funktionelle Tendenz, die Umwelt dem Organismus beziehungsweise den bereits existierenden Strukturen unterzuordnen: „Die gedankliche Assimilation besteht aus der Einverleibung der Objekte in die Verhaltensschemata“ (Piaget, 1947, S. 10f.). Ihr kompletärer funktioneller Widerpart bedeutet dagegen die Veränderung dieser Strukturen als Antwort auf die Umwelt: „Umgekehrt wirkt auch die Umwelt auf den Organismus ein, und man kann, dem allgemeinen Brauch der Biologen folgend, diese umgekehrte Wirkung als Akkomodation bezeichnen“ (1947, S. 11). Reguliert wird die Beziehung zwischen den beiden „antagonistischen“ Prozessen der Anpassung durch ein intrinsisches Streben nach einem „Gleichgewicht der Austauschprozesse zwischen Subjekt und Objekt“ (1947, S. 11). Bezogen auf konkrete Situationen muß ein neues Gleichgewicht zwischen Assimilation und Akkomodation stets dann gesucht werden, wenn ein entsprechend seiner konservativen Tendenz nach Bestätigung einer bestehenden Erkenntnisstruktur strebender Assimilationsvorgang einen Gegenstand nicht auf Antrieb zu erfassen vermag und ein Umlernen, in der Regel die Differenzierung von Schemata, erzwungen wird – was nichts anderes heißt, als daß sich die Assimilation „den Eigentümlichkeiten der Situation“ (1947, S. 11) anpassen muß.

Fundamental für Piagets erkenntnistheoretisches und anthropologisches Denken ist es, den geschilderten Assimilationszyklus nicht als Erleidensvorgang eines *passiven*, sondern als *Konstruktion und Selbstorganisation* eines mit der natürlichen und sozialen Wirklichkeit interagierenden *aktiven Subjekts* aufzufassen. „Es gibt keine Struktur ohne Konstruktion, weder in abstracto noch in der Genese“ (Piaget, 1968, zitiert nach Beilin, 1993, S. 37). Ontologie und Epistemologie – die universellen Strukturen und Eigenschaften der Objektwelt und des Verstandes – sind dem Menschen weder angeboren, noch bilden sie sich passiv-sensualistisch in ihm ab. Der sich entwickelnde Mensch muß „sowohl sein Ich als auch seine Umwelt praktisch und geistig ‚konstruieren‘ ..., um sie erkennen und adaptiv bewältigen zu können – zumal ihm weder der Subjekt- noch der Objektpol des Erkennens kognitiv ‚unmittelbar gegeben‘ sind“ (Wetzel, 1978, S. 45). Indem das Kind auf die natürliche und soziale Welt assimilatorisch und akkomodatorisch einwirkt, entstehen sowohl die an Intelligenz zunehmenden operatorischen Strukturen des Verstandes als auch eine zunehmend angepaßtere Wirklichkeitsvorstellung.

2.2 Anregungsgehalt und Kritik der „Genfer Theorie“

In mindestens vierfacher Hinsicht darf Piaget als bedeutender Anreger der heutigen Wissens- und Erkenntnistheorie gelten:

1. *Genetische Erkenntnistheorie.* Es muß als eine von Piagets herausragendsten Leistungen angesehen werden, erkannt zu haben, daß jede kognitive Entwicklungstheorie durch eine *normative* Aspekte umfassende genetische Theorie des *epistemischen oder universalen Subjekts* fundiert sein muß: jenes *kognitiven Nucleus* (Beilin, 1993; Piaget, 1968), der allen Subjekten noch vor ihrer spezifisch-kulturinhaltlichen Prägung gleichsam als Angehörigen einer Gattung gemeinsam ist. Hier liegt die Erklärung dafür, warum Piagets Lebenswerk vor allem auf die strukturgenetische Rekonstruktion der fundamentalen menschlichen Wissens- und Denkformen bzw. der „intellektuellen Instrumente des Subjekts“ (Piaget, 1950, Bd. I, S. 44) – philosophisch: auf die kategorialen Formmerkmale der Logik und der Ontologie – gerichtet war, und warum er sich – was oft übersehen wurde oder Kritiker ihm zum Vorwurf gemacht haben – kaum um die inhalts- und kulturspezifischen Entwicklungsprozesse von *individuellen* (psychologischen) Subjekten gekümmert hat.

2. *Erkennen als Assimilation.* Mit seinem genetischen Strukturalismus, dessen funktionaler Kern die Assimilationstheorie ist, gehört Piaget zu den Entdeckern der Subjektivität – genauer: des Anteils des *Erkenntnissubjektes* am Erkenntnisprozeß – in den sozialwissenschaftlichen Theorien des Erkennens des zwanzigsten Jahrhunderts. Erkenntnis als egozentrisch gebrochene Assimilation und als Akkomodation zu begreifen, heißt, unsere Selbst- und Weltwahrnehmung nicht mehr naiv als „objektivistisch“, sondern als relativ zu einer ontogenetisch ausgebildeten, durch Evolution und Kultur mitgeprägten subjektiven epistemischen Struktur aufzufassen. Indem alle Objekte des Erkennens prinzipiell Objekte *für einen Erkennenden* oder Beobachter darstellen, der diese durch die eigene geistige Tätigkeit objektiviert, wird den zu einem bestimmten Zeitpunkt verfügbaren Vorwissens- und Denkstrukturen die Funktion psychologischer Bedingungen der Möglichkeit der Erkenntnis zugewiesen.

3. *Konstruktivismus.* Die „letzte Natur des Wirklichen“ ist „ein ständiges Sich-in-Konstruktion-Befinden“ (Piaget, 1968, S. 66). Nach Piaget sind Erkenntnis und Wirklichkeit ihrem Wesen nach Konstruktion. Diese besteht im autogenen Aufbau von durch die Interaktion mit der Umwelt angeregten Strukturen, d. h. im Knüpfen von Beziehungen („mise en relation“) zwischen Handlungs-, Operations- und Begriffsschemata. Gemäß Piagets neo-kantianischem Verständnis ist der menschliche Geist nicht bloß „determinierter Schauplatz kognitiver und kognitiv relevanter Einflüsse seitens der äußeren Realität, sondern in erster Linie selbst Sitz und Handlungszentrum aller Erkenntnisse, Begriffe, allgemeiner Denkstrukturen resp. universalen Ideen oder Kategorien“ (Wetzel, 1978,

S. 43). Lange bevor der Begriff der Konstruktion zu einem Leitmotiv der kognitiven Psychologie wurde, hat Piaget die Aufmerksamkeit auf die aktive Rolle des Individuums bei der Konstruktion seines eigenen Wissens gelenkt bzw. die Aktivität des Subjekts als Agens und Movens des Fortschritts der Entwicklung betont.

4. *Kognitive Phänomenologie und Strukturalismus.* Als bedeutendster Strukturalist und Pionier der Kognitionsforschung des zwanzigsten Jahrhunderts hat Piaget wie kein anderer zur kognitiven Phänomenologie des Wissens, des Denkens und seiner Entwicklung beigetragen. In mehr als zwei Dutzend Monographien hat er – zusammen mit Bärbel Inhelder und einer großen Zahl weiterer Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter – das Werden der wesentlichen kategorialen Wirklichkeits- und Denkstrukturen einer genetischen Rekonstruktion unterzogen.

Auch wenn Piagets universales Formalstufenmodell der geistigen Entwicklung, seine deskriptive Phänomenologie sich entwickelnder Wissens- und Denkformen sowie sein epochales Programm einer empirischen Epistemologie, wonach die Entwicklung des Erkennens durch einen „im Organischen wurzelnden“, auf eine „etablierte Harmonie zwischen dem Universum und dem Denken“ (Piaget, 1970 a, 97f.)⁴ zielenden Prozeß erklärt wird, nach wie vor eine Faszination ausübt, so hat seine Theorie immer schon auch zu Kritik und zu Kontroversen geführt (vgl. die Debatte zwischen Piaget und Chomsky; Piattelli-Palmarini, 1980). Aus dem Blickwinkel der gegenwärtigen Forschung zur kognitiven Entwicklung läßt sich die in den vergangenen Jahren deutlicher gewordene Kritik auf drei Punkte hin bündeln:

- (i) auf die problematische Universalitäts- und Generalitätsannahme seiner Stufentheorie,
- (ii) auf den engen logisch-mathematischen Wissensbegriff und
- (iii) auf die Vernachlässigung des Soziokulturellen als aktivem Entwicklungsfaktor.

(i) *Die Theorie universeller (für alle Menschen geltende) und globaler (für alle kognitiven Funktionen und Inhalte geltende) Entwicklungsstufen.* Eine erste Kontroverse betrifft die Frage, ob Piaget recht hat mit seiner Sicht der kognitiven Entwicklung als Ausformung einer über Personen, Kulturen, Inhalte und Situationen generalisierbaren rationalen Kompetenz. D. h., es stellt sich die Frage, ob der menschliche Geist als *unitäres* und allgemeines System aufgefaßt werden kann oder ob es fruchtbarer ist, ihn als eine *modular* aufgebaute und kontextuell ausgeformte Größe zu betrachten.

⁴ „Während die aprioristische Schule eine ‚prästabilte‘ Harmonie zwischen dem Universum und dem Denken einführen muß (...), postuliert unsere Auffassung lediglich eine ‚etablierte‘ Harmonie, die sich allmählich durch einen Prozeß entwickelt, der im Organischen wurzelt und sich ins Unendliche erstreckt“ (1970 a, S. 97f.).

Kritik richtet sich dabei bereits auf die von Piaget verwendete klinische Methode. Deren deduktiv anmutende Anwendung weckt nicht selten den Eindruck, als würden hier nicht schon „vorhandene“ Strukturen „aufgedeckt“ als vielmehr im verbal gelenkten Versuch, bestimmte (theoriekonforme) Strukturen allererst „elaboriert“ und akkommodationslos an ein vorgegebenes Stufenschema assimiliert, ein Vorgehen, das Piaget die Kritik des „methodologischen Empirismus“ und des „Substantialismus der Strukturen“ eingetragen hat (Aebli, 1963, S. 37).

Jenseits methodologischer Bedenken gibt es mindestens zwei weitere Gründe, warum derzeit bei vielen Entwicklungspsychologen ein mehr oder weniger deutliches Abrücken sowohl vom Universalitätspostulat als auch vom globalen Stufenkonzept der geistigen Entwicklung zu beobachten ist. Der erste Grund liegt bei den von der Einzelforschung aufgedeckten vielfältigen *Anomalien in der Stufentheorie*. Da Stufen nach Piaget den Charakter hochgradig abstrakter Gesamtstrukturen („structures d'ensembles“) aufweisen, die gleichzeitig in vielen Bereichen die Erkenntnisleistungen bestimmen, sollten sie nicht nur gegen Transformationen des Inhalts, sondern auch gegen solche von Aufgaben- (Material, Form, Anordnung) und Performanzfaktoren (Aufmerksamkeit, Motivation) invariant sein. Auch wenn viele Genfer Daten zu eindrucklichen Zusammenhangsmustern geführt haben, sind die Inkonsistenzen in Gestalt horizontaler Verschiebungen („décalages“) und weiterer Asynchronien mittlerweile unübersehbar geworden. So hat man gefunden, daß

- stadienspezifische Sturkniveaus – z. B. die Stufe der konkreten Operationen – in verschiedenen Inhaltsbereichen nicht im selben Alter erreicht werden (ein Tatbestand, den bereits Piaget realisiert und zu erklären versucht hat; vgl. Piaget & Inhelder, 1941). Ein Beispiel einer solchen „horizontalen Verschiebung“ ist die Invarianz des Gewichts, die wesentlich später auftritt als jene der Substanz oder der Zahl (Piaget & Inhelder, 1941);
- häufig nicht alle Aufgaben, denen dieselbe Struktur zugrunde liegt, gleich schwierig sind bzw. zur selben Zeit gelöst werden, sondern die systematische Variation von Aufgaben zu unterschiedlichen Ergebnissen führt – was für die Bereichsspezifität kognitiver Strukturen (Seiler, 1973) sowie für die theoretische Wichtigkeit der Faktoren spricht, unter denen die Aufgaben variiert wurden (Aebli, 1963; Pinard & Laurendeau, 1969);
- jüngere Kinder in manchen Bereichen kompetenter sind, d. h. früher über Konzepte verfügen, als dies Piagets Defizitcharakterisierung des voroperatorischen Denkens nahelegt. Die Verwendung neuer Methoden und an einer größeren Aufgabenbandbreite gewonnene Ergebnisse haben gezeigt, daß Piagets von Versuchsleitereffekten nicht immer freie klinische Methode (Aebli, 1963) sowie die Verwendung eines relativ engen Sets von Aufgaben zu einer vermutlich systematischen Unterschätzung der Fähigkeiten vor

allem sehr junger Kinder geführt haben (Donaldson, 1978; Gelman & Bailargeon, 1983; Harris, 1983);

- viele Jugendliche und Erwachsene (zwischen 40 % und 60 %) die Stufe der formalen Operationen nie – oder nur in spezifischen Wissensdomänen – erreichen (Neimark, 1978);
- kulturell bedingte Unterschiede auftreten, d. h., daß die (westliche wissenschaftliche) Logik, die auch Piagets logisch-mathematischen Stufenbegriff prägt, offensichtliche, zu Leistungsunterschieden führende kulturelle Einflüsse aufweist (Dasen, 1972) und sich die von Piaget verwendete Metasprache somit nicht als reine Logik des Geistes, sondern als Kulturprodukt begreifen läßt (Aebli, 1981; Case, 1992; vgl. auch Damerow & Lefevre, Kap. 4, in diesem Band).

(ii) *Kritik am logisch-mathematischen Wissensbegriff*. Mit der Etablierung des kognitiven Paradigmas und dem damit verbundenen Aufschwung einer inhaltsbezogenen lern- und wissenspsychologischen Forschung wurden erstmals strukturanalytische Mittel entwickelt, die es erlauben, komplexe inhaltspezifische Wissens- und Denkprozesse zu beschreiben. Damit waren die Voraussetzungen zur kritischen Auseinandersetzung mit Piagets kultur- und inhaltsfreiem, logisch-mathematischem Wissensbegriff geschaffen.

Typisch für die Genfer Theorie ist, daß trotz des Reichtums an kognitiven Verhaltensbeschreibungen der von Piaget im *explikativen* Sinne verwendete logisch-mathematische Strukturbegriff der Vielfalt des qualitativen Weltwissens nicht gerecht wird. Da die postulierten zentralen Wissens- und Denkstrukturen und ihre Merkmale⁵ nur mehr die abstraktesten Derivate einer mehrstufigen erkenntnisbezogenen Auseinandersetzung zwischen Subjekt und Objekt widerspiegeln, liegt der Eindruck nahe, daß für den Epistemologen Piaget die konkret-kulturellen Wissensinhalte wenig mehr darstellten, als das beliebige Material für das Funktionieren einer in Analogie zur Biologie gedachten Assimilations- und Äquilibrationsfunktion.

Es muß deshalb die Frage gestellt werden, ob es sich bei den als kognitive Tiefenstrukturen ausgegebenen, nicht über sich selber hinausweisenden (Aebli, 1978; Keating, 1990) logisch-mathematischen Strukturen, die so sehr im Dunkeln lassen, in welcher Beziehung sie zu den qualitativen Strukturen des Weltwissens stehen, um ein taugliches Fundament einer allgemeinen Erklärungstheorie für kognitive Entwicklung handelt. Neuere Theorien nehmen an, daß dem Erwerb bereichsspezifisch-kulturellen Wissens eine ebenso wichtige Rolle bei der Erklärung von Entwicklungsverläufen in kulturellen Kontexten zukommt (Weinert & Waldmann, 1988).

⁵ Gemeint ist die Charakterisierung des Denkens durch allgemeine Merkmale wie: (De-) Zentrierung, (fehlende) Stabilität, Reversibilität, Beweglichkeit.

(iii) *Kritik am Spontaneismus und an der Unterschätzung des sozio-kulturellen Lernens.* Eine dritte Kontroverse betrifft Piagets Spontaneismus und latenten Rousseauismus (Aebli, 1967), die zur Kennzeichnung seines Entwicklungsmodells als einer „Quasi-Reifungstheorie“ (Ausubel, 1969) ohne substantielle pädagogische Förderoptionen geführt hat. Obwohl Piaget bloßen Reifungsfaktoren keine zentrale Bedeutung zugemessen hat, kommt sein Verständnis der Entwicklung als aktiver Selbstkonstruktion einer immanenten Entfaltungslogik nahe. Dies belegt einmal sein schwach ausgebildeter Lernbegriff (Montada, 1970): Piaget, der das Lernen nicht als Quelle der Entwicklung betrachtete, sondern es jener unterordnete, äußert sich nur in sehr allgemeiner Weise über die von ihm zwar prinzipiell als wichtig eingestufte (z.B. Piaget, 1947), aber nie genauer untersuchte Rolle sozial-interaktiver Prozesse, auch nicht über die Prozesse des Erwerbs von inhaltlichem Weltwissen für die Entwicklung. Des weiteren wird die Wirksamkeit einer natürlichen Entwicklungslogik beim Äquilibationsbegriff deutlich, den Piaget als internen und trotz vorhandener Bindungen an soziale Interaktionen wesentlich ungeleiteten (selbstregulierten) Vorgang der konfliktinduzierten Neuorganisation und Koordination von Handlungs- und Operationsschemata verstand und dem er die Rolle des wichtigsten Entwicklungsmechanismus zuwies (Piaget, 1959b, 1975; vgl. Flavell, 1992).

Aebli hat deshalb wohl richtig gesehen, wenn er die Meinung vertrat, daß sich aus einer Entwicklungstheorie, die den Erkenntnisaufbau als quasi-natürlichen Vorgang, als ungeleiteten Konstruktionsprozeß versteht (Piaget, 1964), weder soziokulturelle Aneignungs- und Konstruktionsprozesse erklären noch eine (Instruktions-) Psychologie des Wissenserwerbs gewinnen lassen. Die paradoxe Situation, in der sich deshalb der Erzieher vor der Theorie Piagets befinden muß, beschreibt Aebli als „Kann-noch-nicht-Braucht-nicht-mehr-Antinomie“: „Solange noch kein Ungleichgewicht besteht, kann und soll er nichts unternehmen. Nachdem es eingetreten ist, braucht er nichts mehr beizusteuern. Der Konstruktionsprozeß ist initiiert und wird zur Bewältigung der neuen Aufgabe führen. Der Lehrer steht vor einer Antinomie“ (Aebli, 1970, S.16).

Eine implizite Lehr-Lerntheorie, in der der spontane Strukturaufbau – die ungeleitete Aktivität des Individuums – fast alles, die interaktiven Prozesse der Nachkonstruktion und des durch Kulturagenten (Eltern, Lehrer, Ausbilder) und Kulturprodukte (Bücher, Medien) soziokulturell angeleiteten Nachvollzugs – die Aktivität der Umwelt – aber wenig gelten, ist nicht frei von romantischen Zügen. Eine befriedigende Antwort auf die Frage, wie der Mensch ein Weltbild, das Wissen und die kognitiven Werte seiner *Kultur* erwirbt und wie er dadurch entwicklungsmäßig geprägt und sozialisiert wird, ist von einer solchen Theorie nicht zu erwarten.

3 Wissenspsychologische Ansätze der kognitiven Entwicklung

Das kognitionswissenschaftlichen Ansätzen der geistigen Entwicklung zugrundeliegende Paradigma der Informationsverarbeitung (Simon, 1962) stellt mit seiner von Computermetaphern durchsetzten Beschreibungssprache der kognitiven Tätigkeit des Menschen weniger eine geschlossene Theorie dar als einen allgemeinen Menschenbild- und Prozeßrahmen für unterschiedliche Forschungsprogramme. Der Mensch wird als Symbolverarbeiter (Newell, 1980) und als organisiertes Wissenswesen bzw. als ein nach allgemeinen und domänenspezifischen Strategien und Regeln sich verhaltendes aktives und selbstmodifizierendes System (Klahr, 1984, 1989) aufgefaßt. Unter Verwendung eines gegenüber früheren Ansätzen der Erforschung menschlicher Kognition erweiterten theoretischen und empirischen Methodenarsenals – die Palette reicht von chronometrischen Untersuchungen, Messung von Augenbewegungen sowie experimentellen und klinischen Beobachtungsverfahren über sprachbasierte Methoden wie Protokoll- und Fehleranalyse bis hin zur Simulation kognitiver Vorgänge auf dem Computer – wird in der Informationsverarbeitungstheorie „der Fluß von Informationen durch das ‚System‘ (d.h. den menschlichen Geist)“ (Neisser, 1976, S.6) untersucht. Kognitiver Wandel bedeutet in dieser Betrachtungsweise zweierlei: einmal die endogen und exogen angeregte qualitative und quantitative Veränderung des informationsverarbeitenden Systems selber – seiner Kapazität und (Selbst-) Steuerungseffizienz – sowie den Aufbau inhaltsspezifischer Wissens- und Denkstrukturen.

Standen die ersten im Rahmen des Modells der Informationsverarbeitung durchgeführten Studien noch weitgehend im Banne Piagets und im Dienste der Präzisierung und Erweiterung seiner Konzepte, so führte der Aufschwung wissenstheoretischer Fragestellungen zu einer Umorientierung in der kognitiven Entwicklungspsychologie, verbunden mit einer mehr oder weniger deutlichen Distanznahme von Piagetschen Konzepten und Positionen. Kennzeichnend für die aktuelle Forschungslandschaft ist, daß die während langer Zeit von der Genfer Schule beherrschte, von der Annahme globaler und universeller Stufen und endogen gesteuerter Verläufe ausgehende, monolithische Sicht kognitiven Wandels durch Sichtweisen abgelöst worden ist, die exogenen und spezifischen Entwicklungsfaktoren ein erhöhtes Gewicht zuweisen und die von einer mehr modularen Vorstellung des menschlichen Geistes und der Wissensorganisation ausgehen. Gemeint sind Auffassungen, die sich vermehrt an domänenspezifischen Stufen- und Verlaufsmustern orientieren und in denen die Rolle sozial und interaktiv erworbenen Kulturwissens betont wird (Tab.1).

Die Bandbreite postpiagetscher Ansätze reicht von *neo-nativistischen* Konzeptionen, die – inspiriert von den Arbeiten Chomskys (1980a) und Lennebergs (1986) – davon ausgehen, daß bestimmten Wissens- und Kompetenzbereichen

(zum Beispiel Spracherwerb, Zahlenverständnis) fest verdrahtete präformierte Gehirnstrukturen und Mechanismen („natural constraints“) zugrunde liegen, bis hin zu *wissensbasierten Expertise-Ansätzen*, welche Entwicklung als kumulativen Lernprozeß, als sozial vermittelte Initiation in bestimmte Wissensformen und Domänen – allgemein: in die Sichtweisen und Praktiken einer spezifischen Kultur – begreifen (Chi & Rees, 1983). Während sich Neo-Nativisten und Lerntheoretiker somit in ihren epistemologischen Annahmen unterscheiden, teilen sie die gemeinsame Ausrichtung auf eine stärker domänenspezifische Sicht der kognitiven Entwicklung.

Tabelle 1: Verschiebung theoretischer Akzente und Orientierungen in der kognitiven Entwicklungspsychologie bezüglich der Dimensionen „Generalität-Spezifität“, „Steuerung“ und „Restrukturierung“

	Wechsel der theoretischen Orientierung	
	Von	Zu
Was entwickelt sich?	Allgemeine, inhalts-übergreifende Denk- und Wissensstrukturen	Modulare, domänen-spezifische Denk- und Wissensstrukturen
	Inhaltsneutrale, logisch-mathematische Prinzipien und Tiefenstrukturen des Wissens und Denkens	Qualitativ-inhaltliche, kulturspezifische Wissens- und Denkstrukturen (Theorien, Strategien und Regeln)
	Das isolierte epistemische Subjekt	Das Individuum im sozial-kulturellen Kontext
Wie und in welchem Kontext entwickelt sich?	Spontane (endogen regulierte), individuelle Entfaltung und Selbstkonstruktion; Entwicklung als „natürlicher“ Vorgang	Entwicklung als soziokulturell angeregter, mitgesteuerter und überformter Vorgang; Entwicklung als Kultursozialisation
	Solo-Lernen; Interaktion zwischen Einzelpersonen und dinglich-sachlicher Umwelt	Sozial-interaktives Lernen; Einfluß anderer Menschen sowie von Kulturwerkzeugen und -praktiken
	Diskontinuierlicher Prozeß; mehrfache reifungsbedingte radikale Restrukturierung zentraler kognitiver Strukturen	Diskontinuierlicher und kontinuierlicher Prozeß; sowohl radikaler Strukturwandel als auch kumulativer Aufbau und schrittweise Differenzierung

Bei aller Heterogenität hat die postpiagetsche Kritik deutlich gemacht,

- daß neben systemweiten auch domänenspezifische Faktoren („constraints“) das Entwicklungsgeschehen ausrichten und einschränken (was die Forschung vor ein „Globalitäts-Spezifitätsdilemma“ stellt; vgl. Case, 1992);
- daß eine Theorie des kognitiven Wandels gleichzeitig eine übersichtliche Strukturtheorie und eine exakte Prozeßtheorie sein sollte (was die Forschung vor ein „Struktur-Prozeß-Dilemma“ stellt; vgl. Keil, 1984);
- daß – als Folge dieser Dilemmata – modulare Wissens- und Denkstrukturen unterschiedlicher Abstraktheit und Spezifität funktional analysiert

(Sternberg, 1989) und als Entwicklungsfaktoren berücksichtigt werden müssen;

- daß die Ontogenese von inhaltlichem Kultur- und Weltwissen (in Verbindung mit domänenspezifischen Einschränkungen) einen zentralen Entwicklungsfaktor darstellt, d. h., daß (in Umkehrung einer traditionellen Relation) Lernprozessen ebenfalls eine Schrittmacherfunktion für die Entwicklung zukommt;
- daß der die Entwicklung vorantreibende Aufbau von Wissens- und Denkstrukturen kein bloß individueller, sondern auch ein sozialer Konstruktionsvorgang ist, d. h., daß sich das Kind nicht als werkzeugloser Robinson oder einsamer Emil, sondern im Rahmen soziokultureller Anregungs-, Interaktions- und Unterweisungsgefüge entwickelt.

3.1 Neopiagetsche Ansätze der Denkentwicklung unter dem Paradigma der Informationsverarbeitung

Innerhalb des Theorierahmens der Informationsverarbeitung lassen sich zwei Richtungen kognitiver Entwicklungsforschung unterscheiden: Ansätze, die sich auf die Entwicklung des Informationsverarbeitungssystems beziehen, und solche, die sich mit der Entwicklung von Kompetenzen zum Lösen *spezifischer Aufgaben* beschäftigen.

Kognitive Entwicklung als Zunahme von Kapazität und Effizienz des Informationsverarbeitungssystems: Ein Versuch, Piagets Theorie universeller Entwicklungsstadien in Begriffen der Informationsverarbeitungstheorie zu reformulieren und zu präzisieren, stammt vom Kanadier Robbie Case (1985). Dieser versteht das Kind als Problemlöser und dessen geistige Entwicklung als kontinuierliche Kapazitäts- und Effizienzzunahme seiner „exekutiven kognitiven Kontrollstruktur“, d. h. als das Größer-, Schneller- und Komplexerwerden seiner als Motor der Entwicklung angesehenen Kurzzeitgedächtniskapazität („... die maximale Anzahl unabhängiger Schemata, die ein Kind zu einem gegebenen Zeitpunkt zu aktivieren vermag“; Case, 1985, p. 289). Nach Case entwickelt sich (unter Annahme neurologischer Reifungsprozesse) die exekutive Kontrollstruktur, wie bei Piaget, in vier Stufen: einer sensumotorischen, einer relationalen, einer dimensional und einer abstrakten oder vektorialen Stufe. Jede dieser Stufen zerfällt wiederum in drei Unterstufen. Im Unterschied zu Piaget werden diese Stufen aber nicht als zunehmend gleichgewichtshöhere logisch-mathematische Strukturen beschrieben, sondern als Effizienzstufen in der Ausnutzung der Gedächtniskapazität aufgefaßt. Case vermeidet damit Piagets Hang zur Logifizierung und Mathematisierung kognitiver Strukturen (vgl. Case, 1992, p. 6) und ersetzt dessen vagen Äquilibrationsbegriff durch Regulationsprozesse, die er als Prozesse der Informationsverarbeitung expliziert.

Problemlösen ist dabei der allgemeinste dieser Regulationsprozesse und gleichzeitig Ziel und Gegenstand der Entwicklung. Kinder entwickeln ihre zentralen Wissens- und Denkstrukturen, indem sie ihren anlagemäßigen „natürlichen Tendenzen folgen“ (Case, 1985, p. 261ff.), d. h., indem sie Gegenstände explorieren, eigene Strategien immer wieder anwenden, andere Personen imitieren oder mit ihnen in der Form gemeinsamen Problemlösens interagieren, kurz: Indem sie das Erfahrungsangebot des natürlichen und sozio-kulturellen Umfeldes nutzen und versuchen, Sequenzen erfolgreichen Operierens „ins eigene strategische Repertoire einzuordnen“ (1985, p. 261).

Wissensentwicklung und Regelerwerb als Computermodell: Klahr, Wallace und Siegler haben in den frühen siebziger Jahren damit begonnen, die Stufenentwicklung zentraler Piagetkonzepte – darunter die Klasseninklusion, die Invarianz der Menge oder den Begriff des Gleichgewichts – mit Hilfe von Computersimulationen zu rekonstruieren, und sind dabei zu ähnlichen Resultaten wie Piaget gelangt (Klahr & Wallace, 1970; zusammenfassend Klahr, 1989). Die Arbeiten widerspiegeln eine Forschungsrichtung, in der versucht wird, theoretische Vorstellungen von Merkmalen und Gesetzmäßigkeiten (Stufenübergänge) der Ontogenese spezifischer Fähigkeiten und Konzepte, zum Beispiel Modelle über den Erwerb aufgabenbezogener Regeln des Problemlösens, mittels expliziter Computermodelle theoretisch und empirisch zu überprüfen. Der hauptsächliche Unterschied dieses Ansatzes zur Vorgehensweise Piagets besteht darin, daß sehr präzise und ins Detail gehende Vorstellungen von sich entwickelnden Schlußfolgerungs- und Denkprozessen beim Lösen spezifischer Aufgaben gewonnen werden. In einer bekannt gewordenen Studie von Siegler (1976) geht es um die von Inhelder und Piaget (1955) verwendete Waagebalenaufgabe. Kindern wird eine Balkenwaage präsentiert, auf deren Hebelarmen in variablen Abständen Gewichte plaziert sind. Die Kinder müssen sagen, welcher Hebelarm der Waage sich (wenn überhaupt) bei einer bestimmten Anordnung von Gewichten und Abständen senkt. Siegler reformulierte Piagets Stadien in der Form von vier entwicklungsabhängigen Modellen. Er gelangte dabei zu Charakterisierungen altersbedingter Leistungsunterschiede, und es gelang ihm vorauszusagen, welche Gleichgewichtsaufgaben ein Kind auf der Basis welcher Regeln lösen wird. Um die psychologischen Eigenschaften sowie die Anforderungen an die Anwendung der vier Modelle von Siegler genauer zu studieren, reformulierten Klahr und Wallace (1976; Klahr, 1981) diese als Produktionssysteme. Nach Klahr (1984) findet Lernen dann statt, wenn Kinder ihre Handlungsprotokolle analysieren und darin Redundanzen eliminieren, wenn sie bestehende Regeln generalisieren oder ihren Anwendungskontext präzisieren oder wenn sie aus der Auswertung von Erfahrungssequenzen neue Regeln entwickeln. Da das Wesentliche an diesem Lernbegriff darin besteht, daß der Lernende sich selber beobachtet, über sein Verhalten reflektiert und verändernd darauf einwirkt, haben Wallace, Klahr und Bluff (1987) ihr Ent-

wicklungsmodell in die Form eines selbstmodifizierenden Produktionssystems gebracht: In einem Vorgang, der Piagets Prozeß der „reflektierenden Abstraktion“ (Piaget, 1970 b; Beilin, 1992) modellieren soll, werden zuerst die für die Aufgabenerfahrungen eines Kindes stehenden Sequenzen von Subjekt-Objekt-Interaktionen auf einer Zeitachse verglichen. Anschließend werden die Abstraktions- und Generalisierungsprozesse vollzogen, die zur Generierung neuer Regeln und damit zur Selbstmodifikation des Systems führen.

3.2 Domänenspezifischer kognitiver Wandel unter strukturellen Einschränkungen

Betrachtet man die piagetkritische entwicklungspsychologische Literatur der vergangenen zwanzig Jahre, so zeigen sich auf den ersten Blick zwei gegenläufige Bilder des jungen Kindes: Jenes des sektoriell *kompetenten Vorschulkindes*, das ohne Gelegenheit umfassender Lernerfahrungen viele Fähigkeiten und Konzepte bereits sehr viel früher ausbildet als bisher angenommen (Donaldson, 1978; Gelman & Baillargeon, 1983), und jenes des *kognitiv eingeschränkten* Kindes, das ebenfalls sehr früh in gewissen Inhaltsbereichen verhältnismäßig stabile und konsistente, in der Regel jedoch von Mißkonzepten durchsetzte „intuitive Theorien“ über die Welt und den Menschen ausbildet, die zum Teil langlebig und gegen Instruktion resistent sind (Carey, 1985; Gardner, 1993; Wellman & Gelman, 1992).

Diese scheinbar widersprüchlichen Befunde haben zu Auffassungen von Entwicklung geführt, nach denen das Denken des Kindes nicht, wie Piaget annahm, auf einigen wenigen allgemeinen Strukturen beruht, sondern auf einer *Vielzahl mehr inhaltsgebundener und bereichsspezifischer Konzepte*, die, wie Carey (1985) argumentiert, oftmals eine „theorieartige Struktur“ aufweisen und deren Ausbildung, wie neonativistisch argumentiert wird, reifungsbedingten Restriktionen unterliegt.

Das früh-kompetente Kind („early competence view“, vgl. Gelman & Baillargeon, 1983; Flavell, 1992; Flavell, Miller & Miller, 1993): Wie läßt sich erklären, daß Kinder nach wenigen Lernjahren bereits über zentrale Organisationsprinzipien abstrakter Wissensbestände wie die komplexe Grammatik der Muttersprache, über ontologische Kategorisierungen von Objekten, über Ansätze eines prinzipiellen Verständnisses von Kausalität sowie über Zahlbegriffsprinzipien verfügen, wenn man (im Unterschied zu Piagets sprachbetonten klinischen Aufgabenkontexten) zu ihrer empirischen Erfassung mehr vertraute handlungsnähere Aufgaben verwendet und durch die Vereinfachung von Versuchsanordnungen die Anforderungen an die Belastung des Kurzzeitgedächtnisses herabsetzt?

- (i) Obwohl junge Kinder im Alltag nur eine sehr beschränkte Menge vollständiger und formal korrekter Sätze zu hören bekommen, beherrschen sie erstaunlich früh komplizierte Grammatikformen ihrer Muttersprache und besitzen schon mit fünf Jahren ein ziemlich feines Gespür für die Wohlgeformtheit von Sätzen.
- (ii) Bereits ab dem zweiten Lebensjahr beginnt das Kind, Objekte zu kategorisieren und in fundamentale Seinsformen (ontologische Klassen) einzuteilen, zum Beispiel in berührbare und unberührbare, starre und bewegliche, belebte und unbelebte (oder tote), fühlende und nicht-fühlende Objekte, und innerhalb der erzeugten Klassen homogene Vorstellungskomplexe („Theorien“) zu bilden und in konsistenter Weise Vergleiche anzustellen und Schlüsse zu ziehen (Keil, 1981).
- (iii) Auch scheinen, entgegen Piagets (1927) Auffassung von der Präkausalität des frühkindlichen Denkens, Kinder schon mit drei bis vier Jahren über ein implizites Verständnis der Prinzipien von Kausalität zu verfügen und in ähnlicher Weise wie Erwachsene zu Folgerungen über den Zusammenhang von Ereignissen fähig zu sein, sofern ihr Verständnis in realen Handlungskontexten und nicht, wie bei Piaget, durch verbale Befragung überprüft wird (Bullock, Gelman & Baillargeon, 1982).
- (iv) Gemäß Untersuchungen von Gelman zur Zählfertigkeit (1990; Gelman & Greeno, 1989; Gelman & Meck, 1986; vgl. Stern, 1993, für einen Überblick) verfügen Kinder ebenfalls wesentlich früher als von Piaget angenommen über Prinzipien des Zahlverständnisses. Nach Gelman & Meck (1986) berücksichtigen bereits Vierjährige nicht weniger als fünf dem Zählen zugrundeliegende funktionale Prinzipien, darunter die Eins-zu-Eins-Zuordnung zwischen Objekten und Zahlsymbolen, die Beachtung einer stabilen Reihenfolge verschiedener Zahlsymbole, die Generalisierung des Zählvorgangs auf alle Bereiche, in denen diskrete Einheiten vorkommen und die Bestimmung der Kardinalität einer Menge. Gelman und Gallistel (1978) gehen sogar soweit, das letztgenannte Prinzip der kardinalen Mengenbestimmung als angeboren zu betrachten.

Das Kind als Träger bereichsspezifischer intuitiver Theorien und Fehlkonzepte: Wie läßt sich demgegenüber erklären, daß junge Kinder in der Lage sind, auf der Basis von verhältnismäßig robusten und wohldefiniert erscheinenden *intuitiven Theorien* über die physikalische Welt, die biologische Welt lebendiger Organismen sowie die mentale Welt in logisch zusammenhängender, wenn auch aus (wissenschaftlicher) Erwachsenenicht oftmals naiver Weise nachzudenken?

(i) Intuitive Physik: Während bereits vierjährige Kinder einerseits zu realisieren scheinen, daß eine aus einem geraden Rohr oder aus einer spiralförmigen Bahn austretende Kugel geradeaus bzw. in der Austrittsrichtung weiterrollt (Proffitt, Kaiser & Whelan, 1990), machen gleichaltrige Kinder andererseits Annahmen über das Verhalten der Materie, die mit den Naturgesetzen nicht übereinstim-

men: So geben Kinder bei expliziter Befragung⁶ an, daß eine auf ein Objekt übertragene Kraft eine Zeitlang fortwirkt und dann versiegt, daß schwere Körper schneller fallen als leichte oder daß Objekte unabhängig vom verabreichten Kraftimpuls ihre Bahn in der Richtung fortsetzen, in die sie gelenkt werden (McCloskey, Caramazza & Green, 1980). DiSessa (1983) nimmt an, daß Kinder „phänomenologische Primitiva“, die die Basis ihres naiven physikalischen Denkens darstellen, aus ihren sensumotorischen und symbolischen Wechselbeziehungen zur Umwelt abstrahieren.

(ii) Lebensbegriff: Nach Carey (1985, 1988) besitzen Vorschulkinder auch bereits eine theorieartig organisierte intuitive Populärbiologie. Lebewesen und ihre Verhaltensweisen werden danach in Analogie zum Urbild des Menschen – d. h.: psychologisch-anthropomorph – verstanden. So ist lebendig, was sich bewegt, weswegen Tiere lebendig sind, Pflanzen aber nicht. Auch biologische Vorgänge wie Essen, Schlafen, Atmen werden humanpsychologischen Erklärungsmustern wie dem Verfolgen von Absichten oder dem Befolgen von sozialen Konventionen unterworfen. Tieren werden biologische Funktionen und Merkmale – als Beispiel der Besitz von Organen wie der dem Kind bislang unbekanntem Milz (Carey, 1988, p. 10ff.) – in dem Maße bzw. mit um so höherer Wahrscheinlichkeit zugeschrieben, als die Tiere Eigenschaften und Verhaltensweisen von Menschen aufweisen. Erst ab etwa zehn Jahren schreiben Kinder biologische Funktionen Menschen und Tieren gleichermaßen zu. Sie verwenden biologische Strukturmerkmale und Funktionsprinzipien (Lebenserhaltung, Fortpflanzung, Vorhandensein eines Nervensystems) anstelle von psychologischen Erklärungskonstrukten und nähern ihre biologischen Vorstellungen denen der Erwachsenen an. Diesen Vorgang des Theoriewandels versteht Carey aber nicht als einen Prozeß einer (beispielsweise durch schulisches Lernen angeregten) kontinuierlichen Wissensakkumulation (vgl. Sodian, 1993), sondern als tiefgreifenden bereichsspezifischen Restrukturierungsvorgang und Wechsel der „Rahmentheorie“ in Analogie zu einem Kuhnschen Paradigmenwechsel (Carey, 1988).

(iii) Naive Alltagspsychologie: Neben einer intuitiven Physik und Biologie entwickeln Kinder sodann ebenfalls sehr früh Vorstellungen über das Geistige bzw. die mentale Welt. Diese werden unter dem Begriff „theory of mind“ zusammengefaßt (Feldman, 1992; Wellman, 1990; vgl. Opwis, Kap. 12, in diesem Band). Bereits Dreijährige bilden ontologische Differenzierungen (Wellman & Gelman, 1992), so etwa wenn sie den Unterschied erkennen zwischen

⁶ Diese Einschränkung ist wichtig. Kinder wissen über physikalische Sachverhalte nicht viel, wenn man sie explizit über physikalische Parameter befragt. Das bedeutet aber nicht, daß sie nicht in vielen Fällen *gefühlsmäßig* sehr wohl wissen, wie man einen physikalischen Vorgang, zum Beispiel eine vom eigenen Körper ausgeführte Bewegung, steuert. Viele Konzepte sind lange vor dem Auftreten sprachlich-begrifflicher Repräsentationen als intuitives „Wissen der Hand“ verfügbar (vgl. Krist & Wilkening, 1991).

mentalen und physischen Gegenständen, zum Beispiel zwischen einem wirklichen Hund, den man berühren und einem gedachten Hund, den man nicht berühren kann (Harris, Brown, Marriot, Whithall & Harmer, 1991), oder wenn sie realisieren, daß zur Bewegung realer Objekte physische Kraftanwendung notwendig ist, während mentale Zustände durch bloßes Denken verändert werden können (Estes, Wellman & Woolley, 1989). Obwohl junge Kinder schon etwas von der Subjektivität des Denkens zu verstehen scheinen (Flavell, Flavell, Green & Moses, 1990), weisen die Ergebnisse von Studien darauf hin, daß Kinder unter vier Jahren noch nicht in der Lage sind, „falschen Glauben“ zu repräsentieren, d. h. zwischen subjektiven Überzeugungen (dem was eine Person für wahr hält bzw. glaubt) und der Realität selber (dem, was tatsächlich der Fall ist) zu differenzieren (Perner, 1991; Sodian, 1993; Wimmer & Perner, 1983). Auch hier wird angenommen, daß es zur Überwindung dieses Defizits eines grundlegenden Restrukturierungsprozesses bedarf.

Wissenserwerb unter (angeborenen) bereichsspezifischen Einschränkungen: In Wissenserwerbsansätzen, die von einem Bild des zugleich wissenskompetenten und konzeptuelle Defizite aufweisenden Kindes ausgehen, wird kognitiver Wandel als durch inhaltspezifische, funktionale und strukturelle „constraints“ (im Sinne von reifungsbedingten, altersspezifischen Möglichkeiten und Kapazitäten, aber auch Restriktionen) reguliert verstanden (Keil, 1981). Dahinter steht bei einigen Autoren eine neonativistische bzw. neokartesianische Auffassung des menschlichen Geistes als modulare Struktur spezialisierter, mehr oder weniger unabhängiger kognitiver Subsysteme. Solche in der Evolution ausgebildeten „mentalen Organe“ oder „Module“ (Fodor, 1972, 1983; vgl. Chomsky, 1980 b) werden als für spezifische Inhalte sensible Inputsysteme verantwortlich gehalten für die endogene Steuerung des Wissenserwerbs. Das bekannteste Beispiel eines solchen Systems ist die den einheitlich-frühen Grammatikerwerb in der Muttersprache regulierende generative Transformationsgrammatik von Chomsky (1965). Aber auch weitere Module, z. B. für die Raumwahrnehmung, für das Erkennen von Gesichtern oder ändern visuellen Mustern (optische Täuschungen, Gestaltwahrnehmungsgesetze), sogar für Aspekte des Sozialverhaltens, wurden postuliert (vgl. Wellman & Gelman, 1992; Fodor, 1983).

Diese (im Gegensatz zu einer gemeinsame Funktionsprinzipien aufweisenden generellen kognitiven Architektur stehende) „constrained faculty-view“ (Keil, 1984) des menschlichen Geistes markiert insofern einen Wendepunkt in den theoretischen Auffassungen zur kognitiven Entwicklung und zum Wissenserwerb, als deren Vertreter annehmen, „daß Wissensbereiche ihre eigenen Regeln und Prinzipien aufweisen und daß diese Regeln fest umrissenen Strukturen und Mechanismen im Gehirn zuzuordnen sein könnten“ (Gardner, 1993, S. 53). Der heuristische Nutzen dieser Auffassung (angesichts des nach wie vor bestehenden Hiatus zwischen Hirnforschung und Psychologie weniger seine Er-

klärungskraft) besteht darin, daß eine Richtung angezeigt wird zur Beantwortung so grundlegender Fragen wie:

- (i) warum in der Wissensentwicklung gewisse für den Aufbau des Weltbildes grundlegende Wissensformen, Prinzipien und Konzepte verhältnismäßig rasch und sozusagen „privilegiert“, andere dagegen nur mit großer Mühe und relativ spät erworben werden (Gallistel, Brown, Carey, Gelman & Keil, 1991);
- (ii) warum sich manche Konzepte, darunter viele Fehlvorstellungen („misconceptions“), während bestimmter Perioden (manchmal während der ganzen Schulzeit, manchmal ein Leben lang) als gegen Veränderung oder Tilgung durch Instruktion resistent erweisen (Gardner, 1993; vgl. kritisch Wilkening & Lamsfuß, 1993);
- (iii) warum die Entwicklung von Konzepten (zum Beispiel beim Spracherwerb: Karmiloff-Smith, 1979) oftmals U-förmig verläuft: nach einer Frühphase der Kompetenz folgt ein Leistungsabfall, in einer Spätphase wiederum ein Leistungsausgleich (Strauss & Stavy, 1982; vgl. Weinert & Waldmann, 1988);
- (iv) warum einige Wissensbereiche bereits in der frühen Kindheit die Form kohärenter „intuitiver Theorien“ im Sinne von stabilen Systemen von aufeinander bezogenen Konzepten annehmen (Carey, 1985; Chi & Slotta, 1993; Keil, 1989; Wellman & Gelman, 1992) und schließlich
- (v) warum die Entwicklung schwieriger Konzepte oft diskontinuierlich erfolgt und Verlangsamungen, Beschleunigungen sowie mehr oder weniger radikalen Restrukturierungen unterliegt (Case, 1992; Chi, 1992; Karmiloff-Smith, 1992; Vosniadou & Brewer, 1992).

Inwieweit die postulierten spezifischen „constraints“ tatsächlich auf angeborene, neurologisch zu definierende mentale Module verweisen, inwieweit diese mit allgemeinen (systemweiten) strukturellen Einschränkungen in Wechselbeziehung stehen (Case, 1992), inwieweit durch sie tatsächlich kohärente theorieartige Strukturen gestiftet (Carey, 1985; McCloskey, 1983; Wiser & Carey, 1983) und nicht im Gegenteil eher unsystematische fragmentarische Wissensstrukturen erzeugt werden (diSessa, 1988) und schließlich inwieweit Veränderungen naiver Theorien tatsächlich radikalen Restrukturierungs- und Redefinitionsprozessen unterliegen und nicht vielmehr als graduelle Anreicherung („enrichment“) von Wissensstrukturen aufgefaßt werden können (vgl. Carey, 1991) – diese Fragen bilden die Themen einer Diskussion, deren Ergebnis noch längst nicht abzusehen ist.

3.3 Kognitive Entwicklung als Aufbau bereichsspezifischer Wissensstrukturen

3.3.1 Bereichsspezifisches Wissen als Entwicklungsfaktor

Für die Vernachlässigung der Rolle des bereichsspezifischen Lernens und Wissens in der kognitiven Entwicklungspsychologie seit dem neunzehnten Jahrhundert gibt es mindestens drei Gründe:

- (i) die relative Unattraktivität einer auf Ebbinghaus zurückgehenden, vom Behaviorismus weitergeführten Tradition assoziationalistischen und „wissensneutralen“ Lernens,
- (ii) das mit dieser Tradition verbundene Fehlen eines psychologischen Begriffs der Kultur und des Weltwissens sowie
- (iii) eine nicht erst seit Piaget zu beobachtende Antistellung der Begriffe Entwicklung und Lernen in einer von biologisch-endogenistischen Konzepten geprägten Entwicklungspsychologie.

Angesichts einer theoretischen Landschaft, in welcher ein Begriff von *strukturellem (kognitivem) Lernen* noch kaum existierte, verwundert es nicht, daß Entwicklungspsychologen (einschließlich Piaget) und pädagogische Psychologen nicht nur ihre Vorstellungen von Entwicklung als einem aktiv-spontanen Geschehen immer wieder einem rein rezeptiven und passiv verstandenen (assoziationalistischen) Lernen gegenüberstellten, sondern die Entwicklung allgemein als uneingeschränkt bestimmende Kraft und Taktgeberin eines ausschließlich und vollständig von ihren Mechanismen *abhängigen Lerngeschehens* (vgl. Piaget, 1970c) verstanden. Inhaltlich-kulturbezogene Wissenserwerbsprozesse werden in dieser Optik zwar als wichtige *Bildungsprozesse* anerkannt, jedoch im wesentlichen als Wirkungen und „Nebenprodukte“ grundlegenderer Entwicklungsvorgänge verstanden (vgl. Siegler, 1983 a, p. 171ff.).

Unter dem Einfluß der mannigfaltigen Schwierigkeiten, mit denen sich die Genfer Theorie konfrontiert sah, sowie von Entwicklungen, die sich im Rahmen des Aufschwungs kognitionswissenschaftlicher Fragestellungen abgespielt haben (Entwicklung einer Metasprache und von Methoden zur Strukturanalyse von Lern- und Wissensprozessen), ist in den vergangenen Jahren die Fähigkeit und die Bereitschaft gewachsen, kulturinhaltliche individuelle Aufbauprozesse vermehrt zu untersuchen und als *Entwicklungsfaktor* zu berücksichtigen.

Durch die damit einhergehende Aufwertung der Rolle des Wissens für die kognitive Entwicklung ist deutlich geworden, daß

- Wissenserwerbsprozesse nicht länger als assoziative und mechanische Vorgänge, sondern als inhaltsbezogenes strukturelles Lernen zu verstehen sind (Aebli, 1977; Weinert, 1990);

- über Entwicklungsmechanismen nicht isoliert von den Inhalten, auf denen sie operieren, gesprochen werden kann (Keil, 1984);
- Lernprozesse eine unabdingbare *Brücke* darstellen zwischen kulturbezogenem Strukturaufbau und endogener Regulation der Entwicklung, und es somit „keine fruchtbarere Definition der Entwicklung (gibt) als diejenige, die sich als die Summe der Lernprozesse eines Individuums versteht“ (Aebli, 1981, S. 352);
- ein inhaltlich und repräsentational mehrstufiger Strukturaufbau als „wichtigster psychologischer Werdensprozeß“ (Aebli, 1981, S. 348) bzw. „der Aufbau einer individuellen Wissensbasis als die zentrale Komponente der kognitiven Entwicklung“ zu betrachten ist (Weinert, 1990, S. 30);
- Menschen sich nicht deshalb zu guten Problemlösern entwickeln, weil sie außergewöhnliche allgemeine Kapazitäten und Prozeßfähigkeiten ausbilden (Keil, 1984, S. 96: „weil sie gute Rechenmaschinen sind“), sondern weil sie ein reiches Fachwissen erwerben, das sie befähigt, in komplexen, ökologisch validen Problemlösesituationen zu bestehen (Neisser, 1978);
- ein gut strukturiertes Inhaltswissen allgemeine Prozeßfähigkeiten (Intelligenz, allgemeine Strategien) zu kompensieren vermag, nicht aber umgekehrt (Flavell, Miller & Miller, 1993; Weinert, 1990);
- intra- und interindividuelle Differenzen nicht bloß als Abweichungen von einer universellen Entwicklungssequenz, sondern als Ausdruck differentiell dynamischer Entwicklungsverläufe zu verstehen sind (Fischer & Silvern, 1985; Weinert, 1990).

3.3.2 Der Erwerb von Expertise als Metapher für kognitive Entwicklung: vom universellen Laien zum bereichsspezifischen Experten

Die radikalste Alternative zur universalistischen Genfer Entwicklungstheorie stammt aus der „Experten-Novizenforschung“ (vgl. Reimann, Kap. 11, in diesem Band). Nachdem sich in den siebziger Jahren die Grenzen generalistischer und wissensneutraler Ansätze auch innerhalb des Paradigmas der Informationsverarbeitung immer deutlicher abzeichneten, entwickelte sich ein Forschungsansatz, innerhalb welchem versucht wird, Fähigkeitsunterschiede des Verstehens und Problemlösens als Ergebnis kumulativer und domänenspezifischer Lernprozesse zu erklären (Bereiter & Scardamalia, 1993; Ericsson & Smith, 1995; Simon & Simon, 1978). Zur Metapher für kognitive Entwicklung erhoben wurde das Expertisekonzept und damit die Annahme eines „Kontinuums zwischen Novizen und Experten“ (Case, 1992), als empirische Studien nahelegten, nicht nur herausragende Gedächtnis-, Lern- und Problemlöseleistungen von professionellen Experten, sondern auch intra- und interindividuelle Leistungsunterschiede von Kindern sowie Unterschiede zwischen Kindern

und Erwachsenen in den diversen Sachgebieten als Ergebnis inhaltspezifischer Strukturbildungsprozesse zu interpretieren.

Belege, daß wesentliche Merkmale der Überlegenheit von Erwachsenen gegenüber Kindern weniger mit generellen Struktur- oder Prozeßdefiziten der Kinder als mit der Größe und Strukturiertheit einer unvergleichlich reicheren Wissensbasis der Erwachsenen zusammenhängen, stammen u. a. aus entwicklungspsychologischen Studien von Michelene Chi und davon inspirierten Arbeiten (Chi, 1977, 1978; Chi & Koeske, 1983; Chi & Rees, 1983; Körkel, 1987; Opwis, Gold, Gruber & Schneider, 1990; Schneider, Körkel & Weinert, 1990). In einer Untersuchung von Chi (1978; repliziert von Schneider, Gruber, Gold & Opwis, 1993) wurde gezeigt, daß sehr gut schachspielende Kinder wenig geübte Erwachsene in schachbezogenen Gedächtnisaufgaben, bei denen es um die Rekonstruktion von während weniger Sekunden exponierten Schachpositionen ging, deutlich übertrafen, nicht jedoch in einer Standardaufgabe, wo kurzzeitig dargebotene Zahlenreihen behalten werden mußten. In weiteren Studien erwiesen sich zudem altersübliche Leistungsunterschiede – und sogar Intelligenzunterschiede – zwischen Kindern als durch Vorwissen nicht nur aufhebbar, sondern sogar umkehrbar. So zeigte sich in einer Studie zum Lernen eines Textes über Fußball, daß ein gutes Fachwissen eine niedrige Intelligenz, nicht aber umgekehrt ein hohes Intelligenzniveau einen niedrigen bereichsspezifischen Wissensstand kompensieren konnte (Schneider, Körkel & Weinert, 1990). Insgesamt stützen mehrere vorliegende Untersuchungen eine Auffassung, nach der Kinder als *universelle Laien* angesehen werden können, die sich bezüglich ihres Wissens und ihrer Strategien von Erwachsenen in erster Linie dadurch unterscheiden, daß sie „auf fast allen Gebieten Novizen sind, in denen Erwachsene Experten sind“ (Carey, 1984, p. 64; Übersetzung KR).

3.3.3 Wissenserwerb als Begriffsbildung

Begriffsbildung ist kognitive Entwicklung par excellence (Aebli, 1981; Seiler & Wannemacher, 1987; vgl. auch Klix, Kap. 3, in diesem Band). Der Erwerb von Begriffen als den Inhalten des individuellen und kollektiven geistigen Lebens und als den Bausteinen und Werkzeugen des Denkens gehört zu den Grundfunktionen des kognitiven Systems. Durch Begriffe werden unterschiedlich sich manifestierende Gegenstände und Beziehungen der Umwelt, die über Transformationen der „äußeren“ Erscheinung invariante Merkmale aufweisen, zu gemeinsamen Klassen zusammengefaßt. Begriffe erlauben die Erkenntnis stabiler Züge im Vielerlei der Erscheinungen. Dadurch, daß Begriffe nicht nur in sich selbst strukturierte Merkmalskomplexe bezeichnen, sondern ihre Bedeutung vor allem aufgrund ihrer Position im Umgebungsnetz des Wissens, mit dem sie mehr oder weniger beziehungsreich und systematisch verwoben

sind, erhalten, ermöglichen sie den Aufbau eines zusammenhängenden Weltbildes.

Geprägt durch eine auf Aristoteles zurückgehende philosophische Tradition wurde der Vorgang der Begriffsbildung lange Zeit einseitig als Abstraktionsprozeß verstanden. In der empirisch-psychologischen Theoriebildung hat sich diese Auffassung in von Ach (1921) und Hull (1920) inspirierten, u. a. von Bruner, Goodnow and Austin (1956) weitergeführten Versuchen zur Begriffsbildung („concept formation“) als einem Prozeß der gezielten Hypothesenbildung niedergeschlagen. Heute, d. h. vor allem seit konstruktivistische Positionen von der allgemeinen Kognitions- und Entwicklungspsychologie assimiliert worden sind, werden Begriffserwerbsprozesse vermehrt als Strukturbildungsvorgänge beschrieben. Danach werden Begriffe durch *Konstruktion des Begriffsinhaltes* gebildet: durch das In-Beziehung-Setzen (Piaget: „mise en relation“, „coordination“) von aus der Handlung, der Wahrnehmung, der Vorstellung oder dem Sprachschatz stammenden einfachen oder in sich selber wiederum strukturierten Elementen. Nach Aebli (1981) handelt es sich beim Vorgang der Begriffsbildung um einen hierarchiebildenden mehrstufigen Aufbau-prozeß, wobei unter hierarchischem Aufbau weniger die Entstehung von auf Mengen von Merkmalen bezogenen Abstraktionspyramiden (vgl. Collins & Quillian, 1969) als die Bildung netzartiger Einbettungs- oder Komplexionshierarchien (vgl. Dörner, 1976) verstanden wird.

Als Beispiel beschreibt Aebli (1981) die Bildung des Begriffs „Zoll“ bei einem 12jährigen Kind, das, einer Erklärung folgend, den Begriffsinhalt aus Elementen, die in seinem Wissensrepertoire vorhanden sind, konstruiert. Die Erklärung lautet:

„Stell' Dir vor: in einem Land wird eine Ware hergestellt und in ein anderes Land eingeführt und dort gebraucht. In Deutschland werden zum Beispiel Volkswagenautos gebaut, in die Schweiz eingeführt und in diesem Land gebraucht. Der Importeur muß nun an der Grenze einen Geldbetrag bezahlen, der proportional zum Wert und Gewicht der Ware ist. Diesen Geldbetrag nennt man den Zoll für die eingeführte Ware“ (1981, S. 98).

Aebli analysiert den vom Kind zu vollziehenden Aufbau-prozeß als ein schrittweises propositionales Verknüpfungsgeschehen. Während der in der Zeit erfolgende hierarchische Strukturaufbau als propositionale Listenstruktur (Abb. 1) gefaßt wird, erfolgt die simultane Darstellung von dessen Ergebnis als zeitloses semantisches Netz (Abb. 2). Wenn es dem Kind gelingt, schrittweise alle notwendigen Elemente aus seinem Wissen abzurufen und zueinander in Beziehung zu setzen und wenn es schließlich im Begriffsnamen „Zoll“ die gesamte Erklärungsstruktur zu „objektivieren“ vermag, kann von einer erfolgreichen Begriffsbildung gesprochen werden.

- | | |
|-------|--|
| (1) | HERSTELLT (A: x, O: ware, IN: land a) |
| (2) | EINFÜHRT (A: y, O: ware 1, IN: land b) |
| (3) | BRAUCHT (A: z, O: ware 2, IN: land b 2) |
| (3.1) | ZWISCHEN (land a 1, land b 3, grenze) |
| (4) | BEZAHLEN _{MUSS} (A: importeur = y 2, O: geldbetrag, AN: grenze 3.1) |
| (4.1) | HAT (ware 3, gewicht) |
| (5) | PROPORTIONAL (geldbetrag 4, gewicht 4.1) |
| (6) | geldbetrag 5 = „Zoll“ |

Abb. 1: Der hierarchische Aufbau der Erklärung des Begriffs „Zoll“ als Liste aufeinander bezogener Propositionen (Aebli, 1981, S. 100ff.). Der Aufbauprozess ist insofern hierarchisch, als „die übergeordneten Aussagen mit Elementen arbeiten, die als Merkmale die Ergebnisse der unter- oder vorgeordneten Aussagen enthalten“ (S. 103). So wird im Argument „Ware“ der übergeordneten Proposition P(2) der semantische Kern der untergeordneten Proposition P(1) mitgetragen: Es handelt sich um die im ersten Land hergestellte Ware 1, die als Ware 2 in ein anderes Land eingeführt wird.

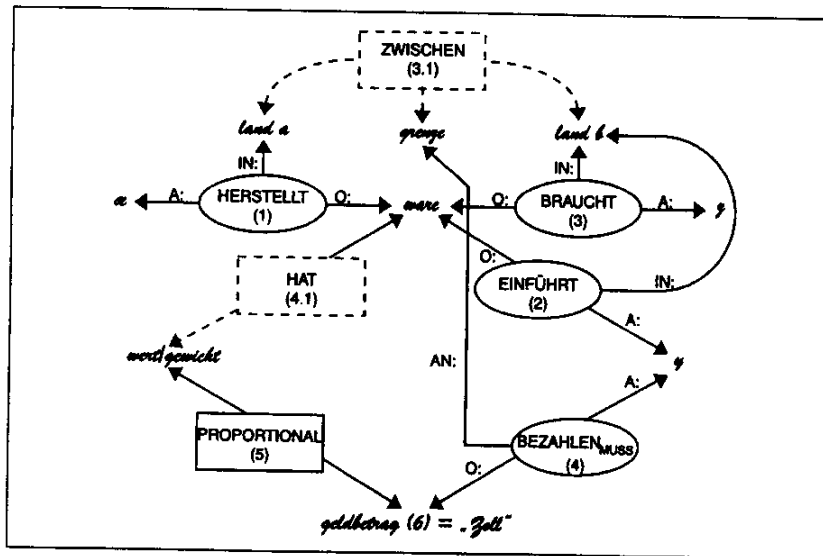


Abb. 2: Das Netz der Beziehungen, das bei der Erklärung des Begriffs „Zoll“ aufgebaut wird.

Wie die jüngere entwicklungspsychologische Forschung gezeigt hat, erwerben Kinder fundamentale Begriffe und Repräsentationen zum Teil wesentlich früher als lange Zeit angenommen wurde. Dabei scheint es, daß die Begriffsentwicklung weniger von generellen inhaltsübergreifenden Strukturen abhängig ist als vielmehr stärker mit dem Erwerb individuellen und bereichsspezifischen Weltwissens verwoben ist. Kinder können schon sehr früh erwachsenähnliche Strukturbildungen und Leistungsprofile zeigen, vor allem dann, wenn es zur Frühausprägung von bereichsspezifischen Expertisen kommt. Was langfristiges zielgerichtetes Lernen und Üben zu erreichen vermag, läßt sich vor allem

bei Kindern beobachten, die sportliche oder musikalische Höchstleistungen vollbringen. Aber auch von kleinen Kindern vollbrachte Wissensleistungen können eindrucksvoll sein. Chi und Koeske (1983) untersuchten einen 4 $\frac{1}{2}$ jährigen Jungen, der aufgrund seines erworbenen Wissens über Dinosaurier in der Lage war, die Tiere unter mehreren Gesichtspunkten, darunter solchen, die für Zoologen relevant sind und die man bei kleinen Kindern sonst kaum findet (wie die Gruppierung nach Ernährungsgewohnheiten), zu Klassen zusammenzufassen. Chi und Koeske erklären ihre Beobachtung mit der von ihnen detailliert erhobenen, in die Form eines semantischen Netzes gebrachten, beziehungsreich organisierten Wissensbasis. Sie sehen darin die wesentliche Voraussetzung für das Hervortreten kategorisierungsrelevanter begrifflicher Dimensionen.

Insgesamt zeigt eine große Zahl von Untersuchungen, daß kleine Kinder aber nicht nur zu typologischen und taxonomischen Klassifikationsleistungen in der Lage sind (vgl. Weinert & Waldmann, 1988, für einen Überblick), sondern zum Beispiel auch schon über mehrdimensionale kognitive Repräsentationen verfügen (Krist & Wilkening, 1991), ansatzweise zur Bildung von Inferenzen über Ereignissequenzen fähig sind (Gelman, Bullock & Meck, 1980; Hagendorf, 1985), in ähnlicher Weise wie Erwachsene vertraute episodische Erfahrungen als Skriptwissen repräsentieren (Mandler, 1983; Nelson, 1978) oder theorieartige bereichsspezifische Strukturen ausbilden (Wellman & Gelman, 1992).

Jenseits der empirischen Belege, die sich zugunsten einer Sichtweise früher bereichsspezifischer Kompetenzen von Kindern anführen lassen, gibt es eine Reihe von allgemeinen Merkmalen, nach denen sich Begriffsentwicklungsprozesse sowie Leistungsunterschiede von Kindern bzw. zwischen Kindern und Erwachsenen beschreiben lassen. Darunter finden sich folgende Dimensionen zur Charakterisierung der Entwicklungshöhe begrifflicher Strukturen und Wissenssysteme (vgl. auch Seiler & Wannemacher, 1987):

Strukturiertheit und Vernetztheit: Leistungsfähige, in Aufgabenkontexten breit und beweglich nutzbare Wissensstrukturen unterscheiden sich von weniger entwickelten Strukturen in der intelligenten Organisation bzw. in der Qualität der Strukturiertheit, wobei Kriterien wie Vernetztheit, Definiertheit von Verknüpfungen, Vollständigkeit, Transparenz, Differenzierung und Integration, Hierarchisierung, (logische) Konsistenz, Systemhaftigkeit und Stabilität eine Rolle spielen. Mit Bezug auf Beobachtungen, daß Kinder bereits früh „begriffliche Komplexe“ (Vygotsky, 1934) und „intuitive Theorien“ (Carey, 1985) ausbilden, ist zu sagen, daß solche Strukturen bezüglich dieser Kriterien meist defizitär sind. D. h., daß zu ihrer Restrukturierung und Veränderung in Richtung gut organisierter Begriffs- und Wissenssysteme ausgedehnte Interaktionserfahrungen mit der Umwelt erforderlich sind.

Flexibilität und Stabilität: Das Komplement zur Analyse von Wissensstrukturen von ihrem „statischen“ Aufbau her bildet die Betrachtung von Wissen „als Prozeß“. Allgemein geht es um die Beweglichkeit der geistigen Tätigkeit und um ihre Steuerbarkeit durch den Problemlöser (vgl. Kluwe, 1983). Piaget und seine Schüler haben dazu wichtige Beiträge geleistet (Aebli, 1951; Montada, 1968; Seiler, 1968). Im einzelnen geht es um Aspekte der sicheren, leichten und schnellen Transformierbarkeit von Strukturen, der Beweglichkeit des Operierens in Begriffsnetzen und Systemen, des flexiblen Wechsels von Gesichtspunkten und Perspektiven, der Zugänglichkeit und Abrufbarkeit sowie des Grades der Automatisierung, die im Blickfeld einer qualitativen Analyse der Entwicklungshöhe und Stabilität von Strukturbildungen stehen.

Repräsentationale Abhängigkeit: Eine bereits bei Piaget diskutierte (Piaget, 1959 a), sodann von Bruner, Olver und Greenfield (1966) in ihrer allgemeinpsychologischen Bedeutung erkannte Dimension kognitiven Verhaltens betrifft das Problem der Modalitäten oder Medien des Denkens (Aebli, 1978, 1981). Dabei geht es um die Frage, in welchen „Verhaltenssystemen“ oder „Systemen der Informationsverarbeitung“ die Erfahrung und das Wissen des Menschen vergegenwärtigt und verfügbar wird. Dahinter steckt die Unterscheidung zwischen der *Struktur* einer Verhaltensweise (dem Geflecht von Elementen und Beziehungen) und dem *Medium ihrer Repräsentation*. Bruner geht davon aus, daß sich eine Struktur in einem Verhaltenssystem, einem Medium, realisieren muß, und er postuliert drei in der Reihenfolge ihrer Herausbildung in der Ontogenese sich überlagernde Medien oder Repräsentationsformate: das entwicklungsmäßig am Anfang stehende *aktionale oder enaktive Medium*, das sich weitgehend mit Piagets Beschreibung der Stadien sensumotorischer Intelligenz (des Denkens im Tun) deckt; das *ikonische oder bildhafte Medium*, das ungefähr dem von Piaget beschriebenen anschaulichen Denken in Vorstellungsbildern (der „pensée intuitive“) entspricht; und schließlich das *sprachlich-symbolische Medium*, zu dem sich keine wirkliche Entsprechung bei Piaget findet, da dieser die gruppoiden Strukturen, auf die es ihm bei der Entwicklung ankommt, amodal denkt.⁷ Inwieweit die von der Genfer Theorie angenommene generelle Loslösung der kognitiven Urteilsfähigkeit von aufgabenoberflächlichen Wahrnehmungsfaktoren (von Merkmalen des perzeptiv-anschaulichen Inputs) einen bereichsübergreifenden Entwicklungsschritt von einem räumlich-bildhaften zu einem symbolisch-linguistischen Verhaltenssystem markiert, wurde unter anderem im Zusammenhang von Kosslyn (1978) „Hypothese der repräsentationalen Entwicklung“ empirisch diskutiert. Krist und Wilkening (1991) vertreten die Auffassung, daß „das Postulat eines bereichsübergreifenden

⁷ Piaget ist die Unterscheidung zwischen der Struktur und einem modalen Substrat, in welchem sich diese realisieren, fremd. Die entscheidenden universell-abstrakten, logisch-mathematischen (gruppoiden) Strukturen haben keine Modalität; sie werden medienfrei, amodal gedacht und sind gleichsam „frei schwebend wie eine platonische Idee“ (Aebli, 1981, S. 289).

Übergangs von bildhafter zu symbolischer Repräsentation bei der gegenwärtigen Befundlage unhaltbar“ (S. 188) ist, und sie verweisen darauf, daß jüngere Untersuchungen eine bereichsspezifisch-kontextabhängige (vgl. Wilkening & Lamsfuß, 1993) und stärker parallele Entwicklung mehrerer zusammenwirkender Repräsentationssysteme nahelegen.

Die fundamentale Bedeutung der Repräsentationsmedien für die Ausbildung von Wissens- und Denkstrukturen wird durch Befunde aus der Wissenschaftsgeschichte sowie der Problemlöseforschung unterstrichen. So ist die wichtige Rolle bekannt, die domänenspezifische Repräsentationssysteme in der Wissenschafts- und Kulturentwicklung gespielt haben: zum Beispiel die Entwicklung schriftlicher Zahlssysteme (im Zusammenhang mit der Entwicklung der Schriftsprache) für die Weiterentwicklung des numerischen Verständnisses (Damerow, 1993; Damerow & Lefevre, Kap. 4, in diesem Band). Was das Problemlösen anlangt, gehören die Gestaltpsychologen (Duncker, 1935; Wertheimer, 1945) zu den ersten, die die Wichtigkeit der Problemrepräsentation bzw. des Problemverständnisses für die Lösung von Problemen erkannt haben. In vielen Fällen besteht die wesentliche – nicht bloß vorgeordnete – Leistung bei der Lösung eines Problems in der kognitiv plausiblen Darstellung der Problemstruktur in einem geeigneten Medium bzw. – innerhalb eines Mediums – in einem adäquaten aufgabenspezifischen Notationsformat. Die Entwicklung computerunterstützter Lehr- und Lernwerkzeuge („cognitive tools“; Lajoie & Derry, 1993) hat dabei in den letzten Jahren zur Präzisierung der Anforderungen geführt, die an „kognitiv effiziente“, allgemeine und bereichsspezifische Darstellungsformen und Notationen zu stellen sind (Reusser, 1993). Schließlich folgt aus der Bedeutung, die inter-medialen und intra-medialen Repräsentationswechseln für das Verstehen und Lösen von Problemen zukommt, daß Lernende relativ früh mit grundlegenden Strukturdarstellungsformaten – darunter die in den Wissenschaften bewährten kanonischen Formen wie Fluß- und Baumdiagramme, Koordinatensystem, Funktionsdarstellungen oder algebraisches System – vertraut werden sollten.

Gegenstands- und Situationsgebundenheit versus Abstraktheit: Auf die Situationsabhängigkeit bzw. die mangelnde Allgemeinheit und Abstraktheit des (relationalen) Denkens von Kindern hat schon William Stern (1930) hingewiesen: „Eine Beziehung wird erst dann rein gedacht, wenn sie nicht mehr von den konkreten Gegenständen, zwischen denen sie besteht, abhängig ist. (...) Nun aber ist ein Relationsbegriff (...) niemals gleich in dieser Unabhängigkeit und allgemeinen Anwendbarkeit vorhanden, sondern zunächst auf eine mehr oder minder enge Gruppe von Anwendungen beschränkt ...“ (S. 339). Ebenfalls lange bevor die Frage nach der Situations- und Domänenspezifität des Wissens(erwerbs) zu einer wichtigen Frage der Entwicklungspsychologie geworden ist, hat Seiler (1973) die These von der *Bereichsspezifität kognitiver Strukturen* aufgestellt. Es geht um die mittlerweile von Entwicklungs- und Allge-

meinspsychologen im Rahmen der „Expertiseforschung“⁸ (siehe oben und vgl. Reimann, Kap. 11, in diesem Band) und im Rahmen des Ansatzes der „situierten Kognition“ (Brown, Collins & Duguid, 1989; Lave, 1988) vertretene Auffassung, daß Begriffsbildungsprozessen, die stets unter konkreten Situations-, Objekt- und Materialbedingungen vollzogen werden, die Spezifität ihrer Aufbaukontexte lange anhaftet, d. h., daß erworbene Begriffe sich nur langsam von den Umständen ihrer Bildung lösen und deshalb bezüglich ihrer Allgemeinheit und Abstraktheit lange Zeit „hinter der unbegrenzten Universalität zurück(bleiben), die sich aus ihrer logisch abstrakten Analyse ergibt“ (Seiler, 1985, S. 352). Konsequenterweise vertritt Seiler (Seiler, 1994; Seiler & Claar, 1993) eine *inhaltsorientierte strukturgenetische Forschungsstrategie*, nach der beobachtbare Generalisierungs-, Differenzierungs- und Integrationsprozesse beim zunehmenden Verständnis von inhaltspezifischen Begriffen (z. B. „Arbeit“, „Geld“, „Bank“) auf gesetzmäßige Muster hin exemplarisch untersucht werden. Auf den Expertisebegriff übertragen bedeutet diese Auffassung, daß situationale Kontexte *konstitutiv* sind für die Bildung von Begriffen bzw. daß „Expertenkognitionen nicht hinreichend über allgemeingültige abstrakte Wissensbestände beschrieben werden können, sondern (...) idiosynkratische mentale Modelle, die von individuellen Erfahrungen (...) in multiplen Problemkontexten abhängen, essentieller Bestandteil von Expertise sind“ (Mandl, Gruber & Renkl, 1993, S. 212). Wie sehr die Ontogenese von Begriffen und Wissensstrukturen von Situations- und Materialkontexten abhängig ist, läßt sich nicht nur an der Expertiseforschung ablesen, sondern in allen Bereichen beobachten, in denen die differentiellen Wirkungen spezifischer Aufgabenkontexte auf die Bildung *mentaler Modelle* (Gentner & Stevens, 1983) nicht als unerwünschte Störvarianz betrachtet, sondern in die systematische Theoriebildung einbezogen werden (Staub & Reusser, 1995; Reusser & Stebler, 1997).

3.4 Erwerb und Entwicklung von Denkstrukturen

Der Mensch erwirbt nicht nur deklaratives Wissen über Sachverhalte der natürlichen und sozialen Welt, er entwickelt auch die operativen Strukturen seiner reifen geistigen Funktionsfähigkeit. Letzteres soll im folgenden Abschnitt als Problem des Erwerbs bzw. der Entwicklung von Denkstrukturen dargelegt werden. Obwohl Wissens- und Denkstrukturen als die beiden Phänotypen der Kognition bezüglich ihrer Genese auf komplexe Weise zusammenhängen und sich mit ihrer auf tief verwurzelten Intuitionen über das Werden und Funktionieren des menschlichen Geistes beruhenden Unterscheidung (vgl. Mann,

1979) eine Reihe fundamentaler erkenntnispsychologischer Probleme stellen, legt die Geschichte ihrer wissenschaftlichen Bewältigung nahe, sie hier analytisch getrennt zu betrachten.

In der Kognitionspsychologie der letzten dreißig Jahre wurde das Problem der Ontogenese von Denkstrukturen vor allem im Rahmen zweier Forschungsfelder untersucht: der *Metakognitionsforschung* und der *problemlösebezogenen Strategielehr- und -Lernforschung*. Unterschieden sich beide Forschungsstränge bezüglich ihres Gegenstandes, ihrer Erkenntnisinteressen und Methoden zunächst deutlich voneinander, so haben sich ihre Fragestellungen und Begriffe in jüngerer Zeit angenähert.

3.4.1 Entwicklung von Bewußtheit, Kontrolle und Steuerung des eigenen geistigen Verhaltens – insbesondere der Gedächtnistätigkeit

Der vielleicht wichtigste Beitrag der Metakognitionsforschung (vgl. auch Oppwis, Kap. 12, in diesem Band) besteht in der Differenzierung des Bildes des Menschen als „reflexives Subjekt“ (Groeben & Scheele, 1977), als ein des Nachdenkens über sein geistiges Funktionieren und der intentionalen Steuerung seines eigenen Lernens und Denkens fähiges Wesen. Damit wird ein Problem thematisiert, das bereits im Spätwerk von Piaget eine zentrale Stellung einnimmt.

Nach Piaget konstruiert das Kind die Strukturformen seiner operativen Denktätigkeit ontogenetisch in einem Prozeß der Interiorisation und der reflexiven Abstraktion und Objektivierung („abstraction réfléchissante“) des eigenen Handelns. In „La prise de conscience“ (1974 a) untersucht Piaget die zunehmende Bewußtheit des eigenen Tuns während des Übergangs vom sensumotorischen Handeln zum formalen Denken. Der Prozeß der Bewußtwerdung beginnt mit dem Gewahrwerden von Erfolg und Mißerfolg beim Anstreben eines Ziels, ohne noch zwischen diesem Ziel, der zielerreichenden Handlung und dem Erkenntnisakt zu differenzieren (vgl. Seiler, 1993). Allmählich weitet sich der zuerst „flüchtige“ Prozeß auf die Bewußtwerdung der Handlungsmittel und der Erkenntnisakte aus. Auf der Stufe der formalen Operationen erreicht das reife Denken schließlich die Qualität reflektierender Abstraktionen über die eigene Erkenntnistätigkeit, einschließlich über *sich selbst als denkendes und erkennendes – reflexives – Ich*. Das Kind besitzt jetzt einen reflexiven Zugang zu den eigenen Gedanken. Es kann unterschiedliche Theorien zu einem Sachverhalt ausdenken, diese auf (hypothetische) Konsequenzen, Implikationen und Widersprüche hin prüfen, sein theoretisierendes Verhalten dabei bewußt variieren und prüfen und es mit andern diskutieren. Indem das Kind im Laufe der Entwicklung die Aufmerksamkeit nicht mehr allein auf die *Ergebnisse*, sondern in bewußter Reflexion zunehmend auch auf die Strukturiertheit und innere

⁸ Mandl, Gruber und Renkl (1993) sprechen von einer dreifachen Kontextualisierung von Expertise nach Domäne, Situation und Kultur. Was die Situations-Kontextualisierung anlangt, wird deutlich, daß auch die Handlungsfähigkeit von Experten eine situationspezifische ist und bleibt.

Logik seines *Denkhandelns* zu lenken vermag, schafft es die Voraussetzung zu dessen allmählicher, effizienter Steuerung und Überwachung.

In der von Flavell (Flavell, 1971) initiierten Metakognitionsforschung geht es um die Frage, inwieweit Menschen in der Lage sind, ihr Lernen, Denken und Problemlösen – ihre geistigen Zustände und Tätigkeiten – bewußt wahrzunehmen und hinsichtlich internalisierter Kriterien zu überwachen, zu steuern und zu bewerten. Standen am Anfang mehr „statische“ Aspekte des Meta-Gedächtnisses (Flavell, Friedrichs & Hoyt, 1970), allgemein des deklarativen metakognitiven *Wissens über Kognition*, vor allem bezogen auf die geistige Ausstattung der eigenen Person, im Zentrum, so hat sich die Forschung bald einmal auf Fragen der Ausbildung – später auch der Förderung – metakognitiver *Fähigkeiten und Prozesse*, insbesondere auf solche der Organisation, Kontrolle und exekutiven Steuerung der gesamten Problemlöse- und Gedächtnistätigkeit ausgeweitet (Aebli, Ruthemann & Staub, 1986; Brown, 1984; Kluwe, 1981, 1982; Kluwe & Schiebler, 1984). Das trotz verschiedener Taxonomisierungsansätze (Brown, 1978; Flavell & Wellman, 1977; Kluwe, 1981) unscharf und multidimensional gebliebene Konzept der Metakognition bezieht sich derzeit auf so unterschiedliche und vielschichtige Dinge wie die Entwicklung (und Förderung)

- eines Repertoires von gedächtnisbezogenen Strategien (Aufbau von Enkodier-, Kategorisierungs-, Elaborations- und Abrufstrategien);
- eines „Gedächtnis-Selbstkonzeptes“ (Kenntnis von Regelmäßigkeiten, Stärken und Schwächen mit Bezug auf die eigene Gedächtniskapazität und -tätigkeit);
- der Sensibilität von Kindern für die differentiellen Gedächtnisanforderungen von Problemlöse- und Aufgabensituationen;
- eines Systems von Fertigkeiten, das eigene Lernen und Problemlösen unter Effizienzgesichtspunkten (Kapazitätzuweisung, Intensität, Geschwindigkeit) von einer Metaperspektive aus ziel- und aufgabenbezogen zu planen, zu steuern, zu überwachen, zu prüfen und zu bewerten;
- der Fähigkeit zur Selbstreflexion (Meichenbaum, 1985) im Zusammenhang mit einer zunehmenden Bewußtwerdung des eigenen geistigen Operierens;
- eines expliziten Wissens über Kriterien, Bedingungen und Verlauf realer und idealer Denkprozesse.

Bezogen auf den Bereich „Metagedächtnis“ (zusammenfassend: Schneider, 1989), gibt es mittlerweile zahlreiche Belege, daß im Kindesalter nicht nur eine Entwicklung metamemorialer Prozesse stattfindet, sondern daß eine solche Entwicklung auch zu einer Verbesserung aufgabenbezogener Gedächtnisleistungen führt. Mittelhohe Korrelationen zwischen Indikatoren des Metagedächtnisses und dem strategischen Verhalten von Kindern verschiedenen Alters deuten darauf hin, daß das verfügbare Wissen in der Regel auch genutzt werden kann (Schneider, 1985). Bei Kindergartenkindern war dies vor allem dann der Fall, wenn sich die verwendeten Gedächtnisaufgaben auf vertraute Alltagsssi-

tuationen bezogen (Schneider & Sodian, 1988). Einschränkend ist zu bemerken, daß die verfügbaren Untersuchungen sich noch kaum auf die Voraussage von Leistungen in eher „fernen“ Transferaufgaben beziehen (Schneider, 1989).

Was das *Wissen von Kindern über das (eigene) geistige Funktionieren* anlangt, so ist belegt, daß Vorschüler und Schulanfänger darüber allenfalls rudimentär und aufgabenspezifisch Auskunft geben können und daß sie über stabile Charakteristika ihres Lernens und Denkens insgesamt kaum etwas wissen, was sie nach Meinung von Brown (1984) „als Anfänger auf dem Gebiet des willentlichen Lernens“ (S. 68) kennzeichnet. So verfügen die wenigsten Grundschüler über gedächtnisrelevantes Wissen bei komplexen Lernaufgaben, wie sie beispielsweise das Verstehen von Texten darstellt (Schneider, 1989). Deutliche Altersunterschiede zeigen sich ebenfalls im Wissen um und in der Beherrschung von Einpräge-, Aufmerksamkeits-, Wissensorganisations-, Verbildlichungs-, Verstehensprüf-, Konsolidierungs- und Abrufstrategien (Kluwe, 1982; Paris & Lindauer, 1982). Wie Schneider (1989) am Ende eines Überblicks über den Stand der Metagedächtnisforschung bemerkt, verlaufen die beobachteten Entwicklungstrends insgesamt aufgabenspezifischer und variabler als ursprünglich angenommen, was auch in diesem Bereich auf eine Unterschätzung der Bedeutung bereichsspezifischen Wissens hindeutet.

Mit Bezug auf die Verwendung eines *weiten* Begriffs von Metakognition ist anzumerken, daß metamemorale *und* allgemeiner gefaßte metakognitive Kompetenzen – was ziemlich identisch sein dürfte mit einer breiten Lern- und Problemlösekompetenz⁹ – sich nicht von heute auf morgen entwickeln, sondern zu ihrer Ausbildung langfristige – vermutlich über Jahre sich erstreckende – Aufbauprozesse erforderlich sind. Einer Auffassung folgend, wonach Entwicklung studiert werden kann, „indem man durch Intervention eine Veränderung hervorruft“ (Brown, 1984, S. 101), wurde in den vergangenen Jahren das Werkzeug der Trainingsstudie in der Entwicklungs- und Lernforschung neu belebt. Gleichzeitig entwickelte sich ein Forschungsfeld, in dem versucht wurde, flexibel einsetzbare, allgemeine und spezifische Lern- und Denkstrategien zu vermitteln, um damit zur Entwicklung autonomer und selbstgesteuerter Lerner beizutragen (vgl. für einen Überblick: Mandl & Friedrich, 1992; Nickerson, Perkins & Smith, 1985; Segal, Chipman & Glaser, 1985). Mittlerweile belegen zahlreiche bei Schülern unterschiedlicher Fähigkeits- und Altersstufen durchgeführte Interventionsstudien (z. B. Brown, Campione & Day, 1981; Hesse, 1979; Reither, 1979; zusammenfassend: Segal, Chipman & Glaser, 1985; Friedrich & Mandl, 1992) die Erfolge, aber auch die beträchtlichen Schwierigkeiten und Grenzen (meta)kognitiver Trainingsbemühungen.

⁹ Kennzeichnend für die gegenwärtige Verwendung eines multidimensionalen Begriffs von Metakognition ist, daß sich „Meta“-Aspekte von „normalen“ (exekutiven) Aspekten kognitiver Prozesse (wie Strategien des Problemlösens) kaum wirklich scharf unterscheiden lassen.

3.4.2 Erwerb und Entwicklung von Lern- und Denkstrategien

Die Frage, ob und wie sich in Verbindung mit dem Erwerb inhaltsbezogenen Weltwissens flexible und bereichsübergreifende Lern- und Denkfähigkeiten lehren und lernen lassen, hat als Problem der *formalen versus materialen Bildung* in der Bildungsgeschichte eine lange Tradition (Reusser, 1995). Das Interesse, welches der Frage derzeit im Rahmen kognitionspsychologischer Erklärungsansätze entgegengebracht wird, hängt einerseits mit wissenschaftsexternen gesellschaftlichen Entwicklungen (Schulkritik, Ruf nach autonomem Lernen und nach der Ausbildung von Schlüsselqualifikationen), andererseits mit Veränderungen im Menschenbild der wissenschaftlichen Psychologie zusammen: mit dem Wandel vom umwelt determinierten „Subjekt des Behaviorismus“ über den durch Informationsverarbeitungsmodelle nahegelegten „Maschinenmenschen“ zum mit Bewusstsein und Intentionalität ausgestatteten „reflexiven Subjekt“, das sein Lernen und Denken bewusst wahrzunehmen, zu steuern, zu kontrollieren und zu verbessern trachtet (Friedrich & Mandl, 1992).

Zur Kennzeichnung des operativen Verhaltens des Menschen und als Baustein zur Analyse seiner Lern- und Denkfähigkeit wird heute zumeist der *Strategiebegriff* verwendet. Unter Strategien versteht man im Rahmen der Informationsverarbeitungspsychologie zielbezogene Situations-Handlungs-Verknüpfungen. Eine einzelne Strategie ist dabei eine mehr oder weniger bewußtseinsfähige, durch die Gegenwart bestimmter Situationsbedingungen aus dem kognitiven Repertoire abgerufene und auf ein vorgegebenes oder selbst gewähltes Ziel gerichtete Handlungsfolge. Ziele von Strategien können sich auf die Veränderung der kognitiven Struktur oder auf die Überwachung und Kontrolle dieser Veränderung beziehen. Im letzteren Fall spricht man von metakognitiven Strategien. Weil Strategien häufig im Rahmen verschachtelter Handlungs- und Operationspläne auftreten, haben sie in der Regel hierarchischen Charakter. Ihre *kontrollierte* Anwendung erfolgt auf den „obersten“ Ebenen einer Operationshierarchie, wo der Strategieanwender sich meist *bewußt* ist, welches *Ziel* bzw. welchen *Plan* er verfolgt, während auf den „unteren“ Strategieebenen (wo auch von Taktiken, Subroutinen oder Prozeduren gesprochen wird) der Vollzug *automatisch* erfolgt und die Struktur der Tätigkeit *unbewußt* bleibt (Miller, Galanter & Pribram, 1960). In dieser Perspektive läßt sich eine entwickelte Lern- und Denkfähigkeit des Menschen so beschreiben, daß gute Problemlöser im Vergleich zu weniger guten über geordnete Systeme von allgemeinen und inhaltspezifischen Strategien verfügen, die sie innerhalb eines relativ breiten individuellen Profils von Aufgabenklassen bewußt und situativ flexibel einsetzen und transferieren können.

Angesichts der Mannigfaltigkeit kognitiver Prozesse und der Streubreite von Domänen und Personen, auf die sich diese beziehen, ist es nicht einfach, einen Überblick über das *Was* der Strategielehr- und -Lernforschung zu gewinnen.

Eine Kategorisierung der Vielfalt von Lern- und Denkstrategien unter den Gesichtspunkten *Direktheit der Einwirkung, Allgemeingrad, Funktion und zeitliche Analyseebene* findet sich in einem Problemaufriß von Friedrich und Mandl (1992; vgl. Tab. 2).

Tab. 2: Taxonomie von kognitiven Strategien (nach Friedrich & Mandl, 1992, S. 7–15)

Primär- und Stützstrategien: Anordnung nach der Direktheit der Beeinflussung des Informationsverarbeitungsprozesses

- Primärstrategien sind kognitive Strategien der Auseinandersetzung mit einem Stoff und führen direkt zur Veränderung kognitiver Strukturen (Hypothesentesten, Lesen, Zusammenfassen von Texten, Netzwerkbildung, Textverfassen)
- Stützstrategien leiten den Prozeß der Informationsverarbeitung ein, erhalten und steuern ihn ((meta)kognitive Strategien der Selbstmotivierung, Zeitplanung, Aufmerksamkeitssteuerung, Verstehensüberwachung und -kontrolle)

Allgemeine und spezifische Lern- und Denkstrategien: Anordnung nach der Bandbreite ihrer Einsatzmöglichkeiten entlang eines Kontinuums

- Situationsübergreifende allgemeine Strategien (Stützstrategien wie Selbstmotivierung, Zeitplanung, metakognitive Kontrolle)
- Strategien mittleren Allgemeingrades (Textverstehensstrategien, Strategien zum Lösen mathematischer Textaufgaben)
- Hochspezifische Strategien zur Anwendung in eng umrissenen Situationen (arithmetische Zählstrategien von Kindern)

Nach der Funktion unterschiedene Strategien:

- Affektiv-motivationale Stützstrategien: Funktion der Aufrechterhaltung eines inhaltsbezogenen Lern- und Verstehensprozesses (Stützstrategien der Motivation, Zeitplanung)
- Wiederholungsstrategien: Funktion der Übernahme neuer Information ins Langzeitgedächtnis (Rehearsal-, Memorierstrategien)
- Elaborationsstrategien: Funktion der Integration neuen Wissens in die bestehende kognitive Struktur (assimilationsstützende Strategien)
- Organisationsstrategien: Funktion der Schaffung größerer Sinneinheiten (Reduktions-, Zusammenfassungsstrategien)
- Kontrollstrategien: Kontroll- und Evaluationsfunktion des eigenen Lern- und Denkverlaufs (metakognitive Strategien)
- Verstehensstrategien: Funktion des Aufbaus eines mentalen Situationsmodells (Modellbildungsstrategien)
- Suchstrategien: Suchfunktionen in einem Problemraum (Mittel-Zielanalyse, Vorwärts- oder Rückwärtsplanung)

Mikro- und Makrostrategien: Informationsverarbeitungsprozesse werden unterschieden nach der Dauer ihrer zeitlichen Erstreckung auf einer

- Mikroebene: Bezug auf elementare Prozesse (mentales Rotieren eines Körpers, Puzzleteile visuell miteinander vergleichen)
- Mesoebene: Bezug auf komplexere Prozesse (Verstehen eines längeren Textes, Lösen komplexer mathematischer Aufgaben)
- Makroebene: Bezug auf Prozesse langer zeitlicher Erstreckung (Arbeitsverhalten und Lernstil im Studium, Schreiben einer Diplomarbeit)

Drei Problembereiche stehen in der derzeitigen Forschung zum Erwerb und zur Entwicklung von Lern- und Denkstrategien im Vordergrund:

- (i) das mit dem Problem des Transfers verknüpfte Dilemma zwischen der Generalität und der Spezifität von Strategien,

- (ii) das Verhältnis von Strategien und Inhaltswissen sowie
- (iii) die umfassende Frage, unter welchen Bedingungen bzw. in welchen Lernumgebungen sich kompetente Strategieebennutzer (Pressley, Borkowski & Schneider, 1987) am besten entwickeln.

(i) **Das Globalitäts-Spezifitäts-Dilemma des Strategieerwerbs:** Dieses stellt zugleich ein *Transferdilemma* dar und bezeichnet den vielfach belegten Tatbestand, daß der „Geltungsbereich“ und damit der Nutzen „einer kognitiven Kompetenz (Fähigkeit, Fertigkeit, Strategie) im umgekehrten Verhältnis zu ihrer Wirksamkeit bei der Lösung anspruchsvoller inhaltsspezifischer Aufgaben steht“ (Weinert, 1990, S. 32; vgl. auch Siegler, 1983 b). Allgemeine bereichsneutrale Strategien lassen sich, da sie inhaltsarm sind, zwar relativ problemlos isoliert – sozusagen „netto“ – vermitteln und auch in vielen Situationen leicht einsetzen. Ihr Beitrag zur Lösung anspruchsvoller Probleme in komplexen Realitätsbereichen ist aber gering. Für die relative Wirkungslosigkeit einer wissensisolierten Vermittlung komplexer kognitiver Kompetenzen sprechen, nebst Ergebnissen, die sich auf die Analyse formal angelegter und zeitlich begrenzter Strategietrainingsprogramme beziehen (Bransford, Stein, Arbitman-Smith & Vye, 1985; Polson & Jeffries, 1985), die mehrfach enttäuschten Hoffnungen in bezug auf „spontanen Strategietransfer“ (Perkins, 1985; Perkins & Salomon, 1989). Gerade die Transferforschung und mit ihr die Forschung zur Kontextgebundenheit von Lern- und Denkprozessen (Ansatz der „situierten Kognition“; Brown, Collins & Duguid, 1989; Lave, 1988) haben gezeigt, daß es keine „Abkürzung des Lernens“, keine Denkschulung und kein Lernenlernen unter Umgehung einer fachspezifischen Begriffsbildung und eines fachspezifischen Methoden- und Fertigkeitserwerbs gibt. D.h., daß kein Weg um das zeitaufwendige – auf die abstrakte Systematik von Wissensformen *und* auf die Charakteristika konkreter situativer und funktionaler Kontexte gleichermaßen Rücksicht nehmende – Durcharbeiten fachlicher Inhalte, einschließlich des methodischen und abstrahierenden Herauslösens relevanter begrifflich-schematischer und prozeßhaft-strategischer Merkmale herumführt (vgl. Adams, 1989).

(ii) **Integration und Wechselwirkung von Strategien und Inhaltswissen:** Betrachtet man mit Piaget bewegliches Denken als ein transformatorisches Operieren in Wissenssystemen und die Beziehung zwischen Denken und Wissen als wie „Prozeß“ und „Produkt“ aufeinander bezogen, so bildet die Ontogenese von Wissens- und Denkstrukturen eine konstitutive Einheit. Nach Piaget stellen reversibel gewordene Strukturen die leistungsfähigsten Integrationen von Wissen und Denken dar. Ähnlich besteht für Aebli (1981) die „Beweglichkeit des Denkens“ in der Fähigkeit, im System des Wissens verschiedene Perspektiven zu entwerfen“ (S. 270). In Übereinstimmung damit hat die Forschung der letzten Jahrzehnte deutlich gemacht, daß nur sehr begrenzte Möglichkeiten existieren, fehlendes inhaltliches Fachwissen durch ein Repertoire von *allgemeinen* kognitiven oder metakognitiven Strategien zu kompensieren.

Nach der Auswertung einer größeren Zahl von Trainingsstudien (Segal, Chipman & Glaser, 1985; vgl. auch Friedrich & Mandl, 1992) stößt man sogar auf das doppelte Paradox, daß in der Regel sowohl derjenige, der über ein hohes Vorwissen verfügt, als auch derjenige, dem es an einem minimalen fachlichen Vorwissen mangelt, zumindest aus kurzfristigen Trainings, die sich auf die Vermittlung allgemeiner Denk- und Problemlösestrategien beziehen, kaum einen Nutzen zu ziehen vermag. Am ehesten ergaben sich Leistungsverbesserungen, die auf das Einüben allgemeiner Strategien zurückzuführen waren, bei Anfängern und lernschwachen Kindern, allerdings nur bei einfachen und wissensarmen Aufgaben (Campione, 1984). Insgesamt scheint die Leistungsfähigkeit des Denkens vor allem mit dem Ausmaß und der Beweglichkeit (Transformierbarkeit, Abrufmobilität) intelligent strukturierten Sachwissens und weniger mit der Wirkung unspezifischer Strategien zusammenzuhängen: Je intelligenter organisiert das Fachwissen ist, das jemand zur Verfügung hat, desto leichter kann er es abrufen, in Denksammenhänge einbauen und mit neuem Wissen verknüpfen. Für eine begrenzt „selbständige“ Wirkung allgemeiner Strategien spricht, daß Experten ebenfalls auf allgemeine Verstehens- und Suchstrategien zurückgreifen, wenn sie in ihrem eigenen oder in einem fremden Wissensbereich mit neuartigen Problemen konfrontiert werden (Chi, Glaser & Farr, 1988).

(iii) **Unter welchen (instruktionalen) Bedingungen bzw. in welchen Lernumgebungen entwickeln sich flexibel anwendbare und transferierbare Lern- und Denkstrategien?** Nach dem derzeitigen Wissensstand gibt es keine einfache Struktur einzuhaltender Entwicklungsbedingungen und auch *keinen instruktionalen „Königsweg“* der Förderung effizienten Lernens und Denkens, und trotz mehrerer in experimentellen Trainingsstudien identifizierter Einzelkomponenten ist bislang auch *kein globales Dispositionskonzept* einer bereichsübergreifenden Lern- und Denkfähigkeit erkennbar (Resnick, 1991, zitiert nach Friedrich & Mandl, 1992). Dennoch lassen sich einige Punkte anführen, deren Berücksichtigung bei der Gestaltung von Lernumgebungen günstige Entwicklungsverläufe in bezug auf die Kultivierung des Denkens erwarten lassen. Dazu gehören die Erkenntnisse, daß

- der Aufbau einer flexiblen Lern- und Denkfähigkeit einen über Jahre sich erstreckenden langfristigen Entwicklungsprozeß darstellt;
- Lernen und Denken sich durch formale Trainingsprogramme, die inhaltsübergreifende Strategien zum Gegenstand haben, nicht wirksam lernen läßt (Segal, Chipman & Glaser, 1985, für einen Überblick): Das Denken ist kein Muskel, der sich unspezifisch trainieren läßt;
- kurzzeitige und inhaltsneutrale Lern- und Denktrainings stets nur Ergänzung und/oder remediale Hilfe, aber kein Ersatz für langfristige und wissensbezogene Lernprozesse sein können (Weinert, 1994);
- die Entwicklung flexibler Denkstrukturen am wirkungsvollsten in reichen Wissensverarbeitungs- und Problemlösekontexten, d. h. in Verbindung mit

- dem Erwerb bereichsspezifischen Wissens in möglichst vielen Domänen und Disziplinen geschieht (Resnick, 1987);
- der Erwerb relativ allgemeiner Lern- und Denkstrategien in einem mehrstufigen Prozeß über den Aufbau aufgabenspezifischer Strategien (Aebli, Ruthemann & Staub, 1986) erfolgt, die automatisiert werden und deren Anwendung allmählich auf neue Aufgabenbereiche und Domänen ausgeweitet wird (zusammenfassend: Friedrich & Mandl, 1992);
- Lernende und Lehrende sich nicht nur auf die angestrebten Lernergebnisse, sondern auch auf die zu ihrer Erreichung in Gang gesetzten Lernprozesse konzentrieren (Mayer, 1989; Reusser, 1994);
- Lernende sich ihrer habituellen Tätigkeiten, Strategien und Funktionsweisen durch Reflexion (methodische Besinnung, Denkrückschau) bewußt werden und eine Prozeßvorstellung des Lernens und Denkens erwerben, d. h., daß sie erkennen können, was gelingende und mißlingende Lernprozesse auszeichnet und welches ihre realen und idealen Bedingungen und Verläufe sind (Aebli, 1987);
- Lernende überzeugt und dazu angeleitet werden sollten, erworbenes Strategiewissen zur Steuerung des eigenen Lernens auch wirklich zu nutzen (Aebli & Ruthemann, 1987);
- ein direkter Aufbau effektiver inhaltsbezogener Strategien möglich ist, wenn dieser „informiert“ (Brown, Campione & Day, 1981) und einem bestimmten Grundmuster folgend geschieht (Friedrich & Mandl, 1992): (i) Sensibilisierung für die Relevanz optimaler Strategien, (ii) deklarative Vermittlung der Strategie, (iii) Prozeduralisierung der Strategie, (iv) Feinabstimmung („tuning“) und Automatisierung der Strategie;
- sich viele wirkungsvolle Lern- und Denkstrategien langfristig in der Auseinandersetzung mit „signifikanten Anderen“ (Mead, 1934) bzw. mit dem soziokulturellen Umfeld (Vygotsky, 1978), durch Partizipation in Wissensbildungs- und Forschungsgemeinschaften (Rogoff, 1990) oder durch Ko-Konstruktion mit Lernpartnern (Bereiter & Scardamalia, 1993; Doise & Mugny, 1984; Perret-Clermont, 1980) in einem einer *kognitiven Meisterlehre* (Collins, Brown & Newman, 1989) ähnlichen Prozeß entwickeln (vgl. Stebler, Reusser & Pauli, 1994 für eine Analyse der psychologisch-didaktischen Struktur von fünf interaktiven Lehr-Lern-Umgebungen).

4 Abschluß: Sozial-kulturelle und pädagogische Faktoren bei der Ausbildung von Wissens- und Denkstrukturen

Verfolgt man die Theoriendynamik im Bereich der Wissens- und Denkentwicklung, so lassen sich nebst dialektischen Spannungen Pendelschläge und wiederholte Akzentverschiebungen beobachten. Unübersehbar ist der Wandel

vom endogenistischen und global-universalistischen Entwicklungsverständnis Piagets zu mehr molaren und bereichsspezifischen Sichtweisen, vor allem lern- und wissenstheoretischer Prägung, und zurück zu Ansätzen, zwischen den verschiedenen Positionen zu einer vermittelnden Synthese oder Balance zu finden. Die jüngste, unter dem Einfluß einer allgemeinen *Vygotsky-Renaissance* (Vygotsky, 1978; Wertsch, 1985) stehende Pendelbewegung führt gegenwärtig in Richtung einer Betonung *kultureller, sozial-interaktionaler* Faktoren für die geistige Entwicklung des Menschen. Damit beginnt sich zum einen das Niemandsland allmählich aufzufüllen, das sich lange Zeit zwischen der kognitiven Entwicklungspsychologie und der Sozialpsychologie aufgetan hat. Zum andern finden damit auch pädagogisch-instruktionale Faktoren Eingang in die Theoriebildung zur Wissens- und Denkentwicklung.

Auch wenn zutrifft, daß Lernen in hohem Maße eigentätig und selbstreguliert erfolgt und der Aufbau immer differenzierterer und integrierterer Wissens- und Denkstrukturen in jedem Fall die konstruktive Leistung individueller Subjekte darstellt, d. h., daß von deren kognitiver Struktur dynamik abhängt, *welche* Anregungen und Materialangebote aus der soziokulturellen Umwelt *wie* wahrgenommen, genutzt und verarbeitet werden, so wäre es naiv, dies mit einer Fiktion von „natürlicher Entwicklung“ zu verwechseln. Bereits die frühesten Dinge und Gegebenheiten, mit denen das Kind in Kontakt tritt, sind durch die soziale und gesellschaftlich-kulturelle Umwelt mitgeformt, eine Umwelt, die mehr ist als eine passive Material- und Angebotslieferantin, sondern der die Rolle einer *aktiven Entwicklungshelferin* zukommt.

Der Mensch erwirbt sein Wissen und sein Weltbild und entwickelt seine Denkstrukturen nicht als außerhalb der Kultur und der Gesellschaft stehender, einsamer „Solo-Lerner“ (Bruner, 1986), sondern unter dem Einfluß anderer Menschen, d. h. im Rahmen eines sozialen Unterweisungs- und Interaktionsgefüges und einer an Bedeutungen reichen *Kultur*. Entwicklung ist sowohl *internalen* als auch *externalen* Faktoren (Ermöglichkeiten und Einschränkungen) unterworfen. Das Kind wird in eine Kultur hineingeboren, die ihm ebenso „angeboren“ ist und sein Werden bestimmt wie das anlagemäßige strukturdynamische Potential. Von Geburt an vollzieht das Kind kognitive Aufbauprozesse nicht allein spontan und selbständig, sondern in Gegenwart und unter Anregung, Anleitung und Mitsteuerung von „unterstützenden anderen“: von Müttern, Geschwistern und Spielkameraden, später auch von Lernpartnern, Lehrern und Lehrmeistern und von den durch sie direkt oder indirekt vermittelten „materialen“ Kulturangeboten wie Geschichten, Moral, Kunstwerke, Computer, Bild- und Printmedien.

Eine in den meisten Entwicklungstheorien unterschätzte Rolle kommt dabei der Schule bzw. den *Bildungsinstitutionen* zu, in denen Heranwachsende einen nicht unbeträchtlichen Teil ihrer Lebenszeit zubringen. Die wichtigste Aufgabe

der Schule ist es, in Kulturtechniken und Kulturinhalte, darunter die Wissenschaften oder allgemein in den Zeichengebrauch und die Symbolsysteme als die basalen Kulturwerkzeuge des Denkens einzuführen und damit einen wesentlichen Beitrag zum Aufbau des Weltbildes von Heranwachsenden zu leisten (Bruner, 1964; Bruner, Olver & Greenfield, 1966; Case, 1992).

Wichtige Arbeiten, die von einem Primat der sozialen und kulturellen Umwelt in der kognitiven Entwicklung und damit von einem Angewiesensein von Entwicklung auf Erziehung ausgehen, stützen sich auf Vygotskys (1978) Theorie der Internalisierung und Personalisierung von zuvor externalen sozialen Prozessen. D. h., daß der Mensch von Natur aus ein Kulturwesen ist, und daß die Ausbildung von Denkstrukturen und individuellen geistigen Funktionsweisen soziokulturelle Wurzeln hat. Durch Beobachtung und fortschreitende Verinnerlichung von zuerst auf der sozialen Bühne – zwischen Erwachsenen, zwischen Kindern und Erwachsenen oder zwischen Lern- und Spielpartnern – ablaufenden interpersonalen Dialogen und intermental sozialen Austauschprozessen lernt das Kind, deren Inhalte und Formmerkmale (Wissensformen, Denk-, Argumentations-, Begründungs- und Schlußfiguren) zu vergegenwärtigen, nachzuahmen und ihre Struktur, einschließlich der Steuerungsrolle helfender anderer, allmählich in seine eigenen intramentalen Aktivitäten aufzunehmen. Andere Autoren haben die zwischen Heranwachsenden und unterstützenden Erziehungs- und Sozialpartnern ablaufenden Austauschprozesse als „kognitiven Aspekt von Erziehung“ (Aebli, 1978, S. 625: „Erziehung löst Entwicklung aus und steuert sie“), als „kognitive Sozialisation“ (Aebli, 1978; Keating, 1990) oder als „sozialen Konstruktionsprozeß“ (Edelstein & Hoppe-Graff, 1993; Perret-Clermont, 1980) beschrieben.

Entwicklung als Ontogenese von Wissens- und Denkstrukturen – als Selbstwerdung und Kultursozialisation – findet letztlich dort statt, wo sich die Selbststeuerungs- und Strukturpolitik des Individuums mit den Angeboten und Impulsen seiner umgebenden Kultur verbindet. Von außen betrachtet sind dies der Alltag und die Schule. Vielleicht müssen gerade die darin stattfindenden kulturbezogenen – selbständigen, interaktiven und systematisch angeleiteten – Lernprozesse in Zukunft noch stärker und genauer untersucht werden, wenn langfristig verstanden werden soll, woran Laien und Entwicklungspsychologen kaum je zu glauben aufgehört haben, daß nämlich sich in den Prägeprozessen des Werdens eines Individuums nicht nur kultur- und bereichsspezifische, sondern auch globale und universelle Strukturen widerspiegeln.

Literatur

- Ach, N. (1921). *Über die Begriffsbildung*. Königsberg: Buchner.
- Adams, M. (1989). Thinking skills curricula: their promise and progress. *Educational Psychologist*, 24 (1), 25–77.
- Aebli, H. (1951). *Didactique psychologique. Application à la didactique de la psychologie de Jean Piaget*. Neuchâtel: Delachaux et Niestlé. (Deutsch erschienen 1970: Psychologische Didaktik (4. Aufl.). Stuttgart: Klett.)
- Aebli, H. (1963). *Über die geistige Entwicklung des Kindes*. Stuttgart: Klett.
- Aebli, H. (1967). *Natur und Kultur in der Entwicklung des Menschen*. Konstanzer Universitätsreden. Konstanz: Universitätsverlag.
- Aebli, H. (1970). Piaget, and beyond. *Interchange*, 1, 12–24.
- Aebli, H. (1977). Piagets Deutung der kognitiven Entwicklung und ein Gegenmodell des geleiteten Strukturaufbaus. In W. Reulecke (Hrsg.), *Strukturelles Lernen* (S. 145–161). Hamburg: Hoffmann & Campe.
- Aebli, H. (1978). Von Piagets Entwicklungspsychologie zur Theorie der kognitiven Sozialisation. In G. Steiner (Hrsg.), *Piaget und die Folgen. Die Psychologie des 20. Jahrhunderts* (Bd. VII, S. 604–627). Zürich: Kindler.
- Aebli, H. (1981). *Denken. Das Ordnen des Tuns. Band II: Denkprozesse*. Stuttgart: Klett.
- Aebli, H. (1987). *Grundlagen des Lehrens*. Stuttgart: Klett.
- Aebli, H. & Ruthemann, U. (1987). Angewandte Metakognition: Schüler vom Nutzen der Problemlösestrategien überzeugen. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, XIX (1), 46–64.
- Aebli, H., Ruthemann, U. & Staub, F. (1986). Sind Regeln des Problemlösens lehrbar? *Zeitschrift für Pädagogik*, 32 (5), 617–638.
- Ausubel, D.P. (1969). *Educational psychology. A cognitive review*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Beilin, H. (1992). Piaget's enduring contribution to developmental psychology. *Developmental Psychology*, 28 (2), 191–204.
- Beilin, H. (1993). Konstruktivismus und Funktionalismus in der Theorie Jean Piagets. In W. Edelstein & S. Hoppe-Graff (Hrsg.), *Die Konstruktion kognitiver Strukturen* (S. 28–67). Bern: Huber.
- Bereiter, C. & Scardamalia, M. (1993). *Surpassing ourselves. An inquiry into the nature and implications of expertise*. La Salle, IL: Open Court.
- Bransford, J.B., Stein, B.S., Arbritman-Smith, R. & Vye, N.J. (1985). Improving thinking and learning skills: an analysis of three approaches. In J.W. Segal, S.F. Chipman & R. Glaser (Eds.), *Thinking and learning skills* (Vol. I, pp. 133–206). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Brown, A.L. (1978). Knowing when, where, and how to remember: a problem of metacognition. In R. Glaser (Ed.), *Advances in instructional psychology*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Brown, A.L. (1984). Metakognition, Handlungskontrolle, Selbststeuerung und andere, noch geheimnisvollere Mechanismen. In F.E. Weinert & R.H. Kluwe (Hrsg.), *Metakognition, Motivation und Lernen* (S. 60–108). Stuttgart: Kohlhammer.
- Brown, A.L., Campione, J.C. & Day, J.D. (1981). Learning to learn: on training students to learn from texts. *Educational Researcher*, 10, 14–21.
- Brown, J.S., Collins, A. & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18, 32–42.

- Bruner, J. (1964). The course of cognitive growth. *American Psychologist*, 19, 1-15.
- Bruner, J. (1986). *Actual minds, possible worlds*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Bruner, J.S., Goodnow, J.J. & Austin, G.A. (1956). *A study of thinking*. New York: Wiley.
- Bruner, J.S., Olver, R.S. & Greenfield, P.M. (1966). *Studien zur kognitiven Entwicklung*. Stuttgart: Klett 1971. (Original: Studies in cognitive growth)
- Bullock, M., Gelman, R. & Baillargeon, R. (1982). The development of causal reasoning. In W.J. Friedman (Ed.), *The developmental psychology of time* (pp.209-254). New York: Academic Press.
- Campione, J.C. (1984). Ein Wandel in der Instruktionsforschung mit lernschwierigen Kindern: die Berücksichtigung metakognitiver Komponenten. In F.E. Weinert & R.H. Kluwe (Hrsg.), *Metakognition, Motivation und Lernen* (S.109-132). Stuttgart: Kohlhammer.
- Carey, S. (1984). Cognitive development. The descriptive problem. In M.S. Gazzaniga (Ed.), *Handbook of cognitive Neuroscience* (pp.37-66). New York: Plenum Press.
- Carey, S. (1985). *Conceptual change in childhood*. Cambridge, Mass.: MIT.
- Carey, S. (1988). Reorganization of knowledge in the course of acquisition. In S. Strauss (Ed.), *Ontogeny, phylogeny, and historical development* (pp.1-27). Norwood, NJ: Ablex.
- Carey, S. (1991). Knowledge acquisition: enrichment or conceptual change? In S. Carey & R. Gelman (Eds.), *The epigenesis of mind: essays on biology and cognition* (pp.257-291). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Case, R. (1985). *Intellectual development: Birth to adulthood*. New York: Academic Press.
- Case, R. (1992). *The mind's staircase. Exploring the conceptual underpinnings of children's thought and knowledge*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Chi, M.T.H. (1977). Age differences in the speed of processing: a critique. *Developmental Psychology*, 13, 543-544.
- Chi, M.T.H. (1978). Knowledge structures and memory development. In R. Siegler (Ed.), *Children's thinking: what develops?* (pp.73-96). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Chi, M.T.H. (1992). Conceptual change within and across ontological categories: examples from learning and discovery in science. In R. Giere (Ed.), *Cognitive models of science: Minnesota studies in the philosophy of science* (pp.129-186). Minneapolis, MN: University of Minnesota Press.
- Chi, M.T.H. & Koeske, R.D. (1983). Network representation of a child's dinosaur knowledge. *Developmental Psychology*, 19 (1), 29-39.
- Chi, M.T.H. & Rees, E.A. (1983). A learning framework for development. In I.A. Meachan (Ed.), *Contributions to human development*, 9 (pp.71-107). Basel: Karger.
- Chi, M.T.H. & Slotta, J.D. (1993). The ontological coherence of intuitive physics. *Cognition and Instruction*, 10 (2), 249-260.
- Chi, M.T.H., Glaser, R. & Farr, M.J. (Eds.). (1988). *The nature of expertise*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Chomsky, N. (1965). *Aspects of the theory of syntax*. Cambridge, MA: MIT Press. (Deutsch erschienen 1969: Aspekte der Syntax-Theorie. Frankfurt: Suhrkamp)
- Chomsky, N. (1980a). Cognitive structures and their development: a reply to Piaget. In M. Piatelli-Palmarini (Ed.), *Language and learning: the debate between Jean Piaget and Noam Chomsky* (pp.35-52). London: Routledge & Kegan.
- Chomsky, N. (1980b). *Regeln und Repräsentationen*. Frankfurt: Suhrkamp.
- Collins, A.M. & Quillian, M.R. (1969). Retrieval time from semantic memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 8, 240-247.
- Collins, A., Brown, J.S. & Newman, S.E. (1989). Cognitive apprenticeship: teaching the crafts of reading, writing, and mathematics. In L.B. Resnick (Ed.), *Knowing, learning, and instruction* (pp.453-494). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Damerow, P. (1993). Zum Verhältnis von Ontogenese und Historiogenese des Zahlbegriffs. In W. Edelstein & S. Hoppe-Graff (Hrsg.), *Die Konstruktion kognitiver Strukturen* (S.195-259). Bern: Huber.
- Dasen, P. (1972). Cross-cultural Piagetian research: A summary. *Journal of Cross-Cultural Psychology*, 17, 367-378.
- diSessa, A.A. (1983). Phenomenology and the evolution of intuition. In D. Gentner & A. Stevens (Eds.), *Mental models* (pp.15-33). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- diSessa, A.A. (1988). Knowledge in pieces. In G. Forman & P.B. Pufall (Eds.), *Constructivism in the computer age* (pp.49-70). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Doise, W. & Mugny, G. (1984). *The social development of the intellect*. Oxford: Pergamon.
- Donaldson, M. (1978). *Wie Kinder denken*. Bern: Huber 1982. (Original: Children's minds)
- Dörner, D. (1976). *Problemlösen als Informationsverarbeitung*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Duncker, K. (1935). *Zur Psychologie des produktiven Denkens*. Berlin: Springer.
- Edelstein, W. & Hoppe-Graff, S. (Hrsg.). (1993). *Die Konstruktion kognitiver Strukturen*. Bern: Huber.
- Ericsson, K.A. & Smith, J. (Eds.). (1995). *Towards a general theory of expertise*. Cambridge, Mass.: Cambridge University Press.
- Estes, D., Wellman, H.M. & Woolley, J.D. (1989). Children's understanding of mental phenomena. *Advances in Child Development and Behavior*, 22, 41-87.
- Feldman, C.F. (1992). The new theory of the theory of mind. *Human Development*, 35, 107-117.
- Fischer, K.W. & Silvern, L. (1985). Stages and individual differences in cognitive development. *Annual Review of Psychology*, 36, 613-648.
- Flavell, J.H. (1971). First discussant comments: what is memory development the development of? *Human Development*, 14, 272-278.
- Flavell, J.H. (1992). Cognitive development: Past, present and future. *Developmental Psychology*, 28 (6), 998-1005.
- Flavell, J.H. & Wellman, A.M. (1977). Metamemory. In R.V. Kail, Jr. & W. Hagen (Eds.), *Perspectives on the development of memory and cognition* (pp.3-33). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Flavell, J.H., Friedrichs, A.G. & Hoyt, J.D. (1970). Developmental changes in memorization processes. *Cognitive Psychology*, 1, 324-340.
- Flavell, J.H., Miller, P.H. & Miller, S.A. (1993). *Cognitive Development* (3rd ed.). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Flavell, J.H., Flavell, E.R., Green, F.L. & Moses, L.J. (1990). Young children's understanding of fact beliefs versus value beliefs. *Child Development*, 61, 915-928.
- Fodor, J.A. (1972). Some reflections on L.S. Vygotsky's thought and language. *Cognition*, 1, 83-95.
- Fodor, J.A. (1983). *The modularity of mind*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Friedrich, H.F. & Mandl, H. (1992). Lern- und Denkstrategien - ein Problemaufriss. In H. Mandl & H.F. Friedrich (Hrsg.), *Lern- und Denkstrategien. Analyse und Intervention* (S.3-54). Göttingen: Hogrefe.

- Gallistel, C. R., Brown, A. L., Carey, S., Gelman, R. & Keil, F. C. (1991). Lessons from animal learning for the study of cognitive development. In S. Carey & R. Gelman (Eds.), *The epigenesis of mind: essays on biology and cognition* (pp. 3–36). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Gardner, H. (1993). *Der ungeschulte Kopf. Wie Kinder denken*. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Gelman, R. (1990). First principles organize attention to and learning about relevant data: Number and the animate-inanimate distinction as examples. *Cognitive Science*, 14, 79–106.
- Gelman, R. & Baillargeon, R. (1983). A review of some Piagetian concepts. In J. H. Flavell & E. M. Markman (Eds.), *Cognitive development. Handbook of child psychology* (Vol. III, 4th ed., pp. 167–230). New York: Wiley.
- Gelman, R. & Gallistel, C. R. (1978). *The child's understanding of number*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Gelman, R. & Greeno, J. G. (1989). On the nature of competence: Principles for understanding in a domain. In L. B. Resnick (Ed.), *Knowing, learning, and instruction: Essays in honor of Robert Glaser* (pp. 125–186). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Gelman, R. & Meck, E. (1986). The notion of principle: The case of counting. In J. Hiebert (Ed.), *Conceptual and procedural knowledge: The case of mathematics* (pp. 29–57). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Gelman, R., Bullock, M. & Meck, E. (1980). Preschoolers' understanding of simple object transformation. *Child Development*, 51, 691–699.
- Gentner, D. & Stevens, A. L. (Eds.). (1983). *Mental models*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Groeben, N. & Scheele, B. (1977). *Argumente für eine Psychologie des reflexiven Subjekts*. Darmstadt: Steinkopff.
- Hagendorf, H. (1985). Zur Struktur ereignisbezogenen Wissens bei Kindern im Alter von 4–6 Jahren. *Zeitschrift für Psychologie* (Supplement Nr. 7). Leipzig: Johann Ambrosius Barth.
- Harris, P. L. (1983). Infant cognition. In P. H. Mussen (Ed.), *Handbook of child psychology* (Vol. II, pp. 689–782). New York: Wiley.
- Harris, P. L., Brown, E., Marriot, C., Whithall, S. & Harmer, S. (1991). Monsters, ghosts and witches: testing the limits of the phantasy-reality distinction in young children. *British Journal of Developmental Psychology*, 9, 105–123.
- Hesse, F. W. (1979). *Trainingsinduzierte Veränderungen in der heuristischen Struktur und ihr Einfluß auf das Problemlösen*. Dissertation, Technische Hochschule Aachen.
- Hull, C. L. (1920). Quantitative aspects of the evolution of concepts. *Psychological Monographs*, 28, 1–85. (Deutsch: gekürzt erschienen 1965 in C. F. Graumann (Hrsg.), *Denken*. Köln: Kiepenheuer & Witsch)
- Inhelder, B. & Piaget, J. (1955). *Von der Logik des Kindes zur Logik des Heranwachsenden*. Olten: Walter 1977. (Original: De la logique de l'enfant à la logique de l'adolescent)
- Kant, I. (1781). *Kritik der reinen Vernunft*. Frankfurt: Suhrkamp, 1974.
- Karmiloff-Smith, A. (1979). Micro- and macro-developmental changes in language acquisition and other representational systems. *Cognitive Science*, 3, 91–118.
- Karmiloff-Smith, A. (1992). *Beyond modularity. A developmental perspective on cognitive science*. Cambridge, MA: Massachusetts Institute of Technology.
- Keating, D. P. (1990). Developmental processes in the socialization of cognitive structures. In *Entwicklung und Lernen. Beiträge zum Symposium anlässlich des 60. Geburtstag von Wolfgang Edelstein* (S. 37–67). Berlin: Max-Planck-Institut für Bildungsforschung.
- Keil, F. C. (1981). Constraints on knowledge and cognitive development. *Psychological Review*, 88, 197–227.
- Keil, F. C. (1984). Mechanisms of cognitive development and the structure of knowledge. In R. J. Sternberg (Ed.), *Mechanisms of cognitive development* (pp. 81–99). New York: Freeman.
- Keil, F. C. (1989). *Concepts, kinds, and cognitive development*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Klahr, D. (1981). Informationsverarbeitungsmodelle der Denkentwicklung. In R. H. Kluwe & H. Spada (Hrsg.), *Studien zur Denkentwicklung* (S. 231–289). Bern: Huber.
- Klahr, D. (1984). Transition processes in quantitative development. In R. J. Sternberg (Ed.), *Mechanisms of cognitive development* (pp. 101–139). New York: Freeman.
- Klahr, D. (1989). Information-processing approaches for child development. *Annals of Child Development*, 6, 133–185.
- Klahr, D. & Wallace, J. G. (1970). An information-processing analysis of some Piagetian experimental tasks. *Cognitive Psychology*, 1, 358–387.
- Klahr, D. & Wallace, J. G. (1976). *Cognitive development: An information processing view*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Kluwe, R. H. (1981). Metakognition (Positionsreferat). In W. Michaelis (Hrsg.), *Bericht über den 32. Kongress der Deutschen Gesellschaft für Psychologie in Zürich 1980* (S. 246–258). Göttingen: Hogrefe.
- Kluwe, R. H. (1982). Kontrolle eigenen Denkens und Unterricht. In B. Treiber & F. E. Weinert (Hrsg.), *Lehr-Lern-Forschung* (S. 113–133). München: Urban & Schwarzenberg.
- Kluwe, R. H. (1983). Beweglichkeit des Denkens. In L. Montada, K. Reusser & G. Steiner (Hrsg.), *Kognition und Handeln* (S. 127–145). Stuttgart: Klett.
- Kluwe, R. H. & Schiebler, K. (1984). Entwicklung exekutiver Prozesse und kognitive Leistungen. In F. E. Weinert & R. H. Kluwe (Hrsg.), *Metakognition, Motivation und Lernen* (S. 31–59). Stuttgart: Kohlhammer.
- Körkel, J. (1987). *Die Entwicklung von Gedächtnis- und Metagedächtnisleistungen in Abhängigkeit von bereichsspezifischen Vorkenntnissen*. Frankfurt: Lang.
- Kosslyn, S. M. (1978). The representational-development hypothesis. In P. H. Ornstein (Ed.), *Memory development in children* (pp. 157–189). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Krist, H. & Wilkening, F. (1991). Repräsentationale Entwicklung. *Sprache & Kognition*, 10 (4), 181–195.
- Lajoie, S. P. & Derry, S. J. (Eds.). (1993). *Computers as cognitive tools*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Lave, J. (1988). *Cognition in practice*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Lenneberg, E. (1986). *Biologische Grundlagen der Sprache*. Frankfurt: Suhrkamp. (Original erschienen 1967: *Biological foundations of language*)
- Mandl, H. & Friedrich, H. F. (Hrsg.). (1992). *Lern- und Denkstrategien*. Göttingen: Hogrefe.
- Mandl, H., Gruber, H. & Renkl, A. (1993). Kontextualisierung von Expertise. In H. Mandl, M. Dreher & H.-J. Kornadt (Hrsg.), *Entwicklung und Denken im kulturellen Kontext* (S. 203–227). Göttingen: Hogrefe.

- Mandler, J. M. (1983). Representation. In J. H. Flavell & E. M. Markmann (Eds.), *Cognitive development. Handbook of child psychology* (Vol. III, pp. 420-494). New York: Wiley.
- Mann, L. (1979). *On the trial of process. A historical perspective on cognitive processes and their training*. New York: Grune & Stratton.
- Mayer, R. E. (1989). Teaching for thinking: research on the teachability of thinking skills. In J. S. Cohen (Ed.), *The G. Stanley Hall Lecture Theories* (Vol. IX, pp. 137-164). Washington, DC: American Psychological Association.
- McCloskey, M. (1983). Naive theories of motion. In D. Gentner & A. L. Stevens (Eds.), *Mental models* (pp. 299-324). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- McCloskey, M., Caramazza, A. & Green, B. (1980). Curvilinear motion in the absence of external forces: naive beliefs about the motion of objects. *Science*, 210, 1139-1141.
- Mead, G. H. (1934). *Geist, Identität und Gesellschaft*. Frankfurt: Suhrkamp 1973. (Original: Mind, self and society)
- Meichenbaum, D. (1985). Teaching thinking: a cognitive-behavioral perspective. In S. F. Chipman, J. W. Segal & R. Glaser (Eds.), *Thinking and learning skills* (Vol. II, pp. 407-426). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Miller, G. A., Galanter, E. & Pribram, K. A. (1960). *Strategien des Handelns*. Stuttgart: Klett 1973. (Original: Plans and the structure of behavior)
- Montada, L. (1968). *Über die Funktion der Mobilität in der geistigen Entwicklung*. Stuttgart: Klett.
- Montada, L. (1970). *Die Lernpsychologie Jean Piagets*. Stuttgart: Klett.
- Neimark, E. D. (1978). Die Entwicklung des Denkens beim Heranwachsenden. Theoretische und empirische Aspekte der formalen Operationen. In G. Steiner (Hrsg.), *Piaget und die Folgen. Die Psychologie des 20. Jahrhunderts* (Bd. VII, S. 155-172). Zürich: Kindler.
- Neisser, U. (1976). *Cognition and reality*. San Francisco: Freeman.
- Neisser, U. (1978). Memory: what are the important questions? In M. M. Gruneberg, P. M. Morris & R. N. Sykes (Eds.), *Practical aspects of memory*. London: Academic Press.
- Nelson, K. (1978). How children represent their world in and out of language. In R. S. Siegler (Ed.), *Children's thinking: what develops?* (pp. 255-273). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Newell, A. (1980). Physical symbol systems. *Cognitive Science*, 4, 135-183.
- Nickerson, R. S., Perkins, D. N. & Smith, E. E. (1985). *The teaching of thinking*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Opwis, K., Gold, A., Gruber, H. & Schneider, W. (1990). Zum Einfluß von Expertise auf Gedächtnisleistungen sowie deren Selbsteinschätzung bei Kindern und Erwachsenen. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 22, 207-224.
- Paris, S. G. & Lindauer, B. K. (1982). The development of cognitive skills during childhood. In B. Wolman (Ed.), *Handbook of developmental psychology* (pp. 33-349). Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Perkins, D. N. (1985). General cognitive skills: why not? In S. F. Chipman, J. W. Segal & R. Glaser (Eds.), *Thinking and learning skills* (Vol. II, pp. 339-363). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Perkins, D. N. & Salomon, G. (1989). Are cognitive skills context-bound? *Educational Researcher*, 18 (1), 16-25.
- Perner, J. (1991). *Understanding the representational mind*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Perret-Clermont, A.-M. (1980). *Social interaction and cognitive development in children*. London: Academic Press.
- Piaget, J. (1927). *La causalité physique chez l'enfant*. Paris: Alcan.
- Piaget, J. (1936). *Das Erwachen der Intelligenz beim Kinde*. Stuttgart: Klett 1969 (Original: La naissance de l'intelligence chez l'enfant)
- Piaget, J. (1947). *Psychologie der Intelligenz*. Olten: Walter 1971. (Original: Psychologie de l'intelligence)
- Piaget, J. (1950). *Die Entwicklung des Erkennens. Drei Bände*. Stuttgart: Klett 1975. (Original: Introduction à l'épistémologie génétique)
- Piaget, J. (1959 a). *Nachahmung, Spiel und Traum*. Stuttgart: Klett 1975. (Original: Imitation, jeu et rêve - Image et représentation)
- Piaget, J. (1959 b). Apprentissage et connaissance. In J. Piaget (Ed.), *Apprentissage et connaissance. Etudes d'épistémologie génétique* (Vol. VII, pp. 21-67). Paris: Presses Universitaires de France.
- Piaget, J. (1964). *Theorien und Methoden der Erziehung*. Wien: Molden 1972. (Original: Psychologie et pédagogie. Six études de psychologie)
- Piaget, J. (1965). Weisheit und Illusionen der Philosophie. Frankfurt: Suhrkamp 1974. (Original: Sagesse et illusions de la philosophie)
- Piaget, J. (1966). *Autobiographie*. In Jean Piaget - Werk und Wirkung. München: Kindler 1976. (Original: Jean Piaget et les sciences sociales)
- Piaget, J. (1967). *Biologie und Erkenntnis*. Frankfurt: S. Fischer 1968. (Original: Biologie et connaissance)
- Piaget, J. (1968). *Der Strukturalismus*. Olten: Walter 1973. (Original: Le structuralisme)
- Piaget, J. (1970 a). *Abriss der genetischen Erkenntnistheorie*. Olten: Walter 1974. (Original: L'Épistémologie génétique)
- Piaget, J. (1970 b). *Einführung in die genetische Erkenntnistheorie*. Frankfurt: Suhrkamp 1973. (Original: Genetic epistemology)
- Piaget, J. (1970 c). Piaget's theory. In T. H. Mussen (Ed.), *Carmichael's manual of child psychology* (Vol. 1, pp. 703-732). New York: Wiley.
- Piaget, J. (1974 a). *La prise de conscience*. Paris: PUF.
- Piaget, J. (1974 b). Lebendige Entwicklung. *Zeitschrift für Pädagogik*, 20, 1-6.
- Piaget, J. (1975). *Die Aequilibration der kognitiven Strukturen*. Stuttgart: Klett 1976. (Original: L'Équilibration des structures cognitives)
- Piaget, J. & Inhelder, B. (1941). *Die Entwicklung der physikalischen Mengenbegriffe beim Kinde*. Stuttgart: Klett 1975. (Original: Le développement des quantités physique chez l'enfant)
- Piatelli-Palmarini, M. (Ed.). (1980). *Language and learning: The debate between Jean Piaget and Noam Chomsky*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Pinard, A. & Laurendeau, M. (1969). Stage in Piaget's cognitive developmental theory: Exegesis of a concept. In D. Elkind & J. H. Flavell (Eds.), *Studies in cognitive development* (pp. 121-170). London: Oxford University Press.
- Polsen, P. G. & Jeffries, R. (1985). Instruction in general problem-solving skills: an analysis of four approaches. In J. W. Segal, S. F. Chipman & R. Glaser (Eds.), *Thinking and learning skills* (Vol. I, pp. 417-458). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Pressley, M., Borkowski, J. G. & Schneider, W. (1987). Cognitive strategies: good strategy users coordinate metacognition and knowledge. In R. Vasta & G. Whiteherst (Eds.), *Annals of child development* (Vol. V, pp. 89-129). New York: JAI Press.

- Preyer, W. Th. (1881). *Die Seele des Kindes: Beobachtungen über die geistige Entwicklung des Menschen in den ersten Lebensjahren*. Leipzig: Griebens's Verlag.
- Proffitt, D. R., Kaiser, M. K. & Whelan, S. M. (1990). Understanding wheel dynamics. *Cognitive Psychology*, 22, 342–373.
- Reither, F. (1979). *Über die Selbstreflektion beim Problemlösen*. Dissertation, Universität Gießen.
- Resnick, L. B. (1987). *Education and learning to think*. Washington, DC: National Academy Press.
- Resnick, L. B. (1991). *Award for distinguished contributions to educational research 1990*. Recipient address. Washington, DC: American Educational Research Association.
- Reusser, K. (1993). Tutoring systems and pedagogical theory: representational tools for understanding, planning, and reflection in problem solving. In S. P. Lajoie & S. J. Derry (Eds.), *Computers as cognitive tools* (pp. 143–177). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Reusser, K. (1994). Die Rolle von Lehrerinnen und Lehrern neu denken. Kognitionspädagogische Anmerkungen zur „neuen Lernkultur“. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 12 (1), 19–37.
- Reusser, K. (1995). *Schule zwischen Wissensvermittlung und Lernenlernen. Zum wiederkehrenden Streit um ein altes Problem und um eine „neue Lernkultur“*. Antrittsvorlesung. Universität Zürich.
- Reusser, K. & Stebler, R. (1997, in press). Every word problem has a solution – The social rationality of mathematical modeling in schools. *Learning and Instruction*, 7 (4).
- Rogoff, B. (1990). *Apprenticeship in thinking. Cognitive Development in social context*. New York: Oxford University Press.
- Rubinstein, S. L. (1961). *Das Denken und die Wege seiner Erforschung*. Berlin: Deutscher Verlag der Wissenschaften.
- Schneider, W. (1985). Developmental trends in the metamemory-memory behavior relationship: an integrative review. In D. L. Forrest-Pressley, G. E. Mackinnon & T. G. Waller (Eds.), *Cognition, metacognition, and human performance* (Vol. I, pp. 57–109). New York: Academic Press.
- Schneider, W. (1989). *Zur Entwicklung des Meta-Gedächtnisses bei Kindern*. Bern: Huber.
- Schneider, W. & Sodian, B. (1988). Metamemory-memory relationships in pre-school children: evidence from a memory-for-location task. *Journal of Experimental Child Psychology*, 45, 209–233.
- Schneider, W., Körkel, J. & Weinert, F. E. (1990). Expert knowledge, general abilities and text processing. In W. Schneider & F. E. Weinert (Eds.), *Interactions among aptitudes, strategies and knowledge in cognitive performance* (pp. 235–251). New York: Springer.
- Schneider, W., Gruber, H., Gold, A. & Opwis, K. (1993). Chess expertise for chess positions in children and adults. *Journal of Experimental Child Psychology*, 56, 328–349.
- Segal, J. W., Chipman, S. F. & Glaser, R. (Eds.). (1985). *Thinking and learning skills, volumes I & II*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Seiler, Th. B. (1968). *Die Reversibilität in der Entwicklung des Denkens*. Stuttgart: Klett.
- Seiler, Th. B. (1973). Die Bereichsspezifität formaler Denkstrukturen – Konsequenzen für den pädagogischen Prozeß. In K. Frei & M. Lang (Hrsg.), *Kognitionspsychologie und naturwissenschaftlicher Unterricht* (S. 249–283). Bern: Huber.
- Seiler, Th. B. (1985). *Was erklärt die Entwicklung: Allgemeine Gesetze und Mechanismen oder bereichs-, inhalts- und individuumsspezifische Strukturen und Prozesse?* Bericht über die 7. Tagung Entwicklungspsychologie (S. 352–355). Universität Trier.
- Seiler, Th. B. (1993). Bewußtsein und Begriff: Die Rolle des Bewußtseins und seine Entwicklung in der Begriffskonstruktion. In W. Edelstein & S. Hoppe-Graff (Hrsg.), *Die Konstruktion kognitiver Strukturen* (S. 126–138). Bern: Huber.
- Seiler, Th. B. (1994). Zur Entwicklung des Verstehens – oder wie lernen Kinder und Jugendliche verstehen? In K. Reusser & M. Reusser (Hrsg.), *Verstehen. Psychologischer Prozeß und didaktische Aufgabe* (S. 69–88). Bern: Huber.
- Seiler, Th. B. & Claar, A. (1993). Begriffsentwicklung aus strukturgenetisch-konstruktivistischer Perspektive. In W. Edelstein & S. Hoppe-Graff (Hrsg.), *Die Konstruktion kognitiver Strukturen* (S. 107–125). Bern: Huber.
- Seiler, Th. B. & Wannemacher, W. (1987). Begriffs- und Bedeutungsentwicklung. In R. Oerter & L. Montada (Hrsg.), *Entwicklungspsychologie* (2. Auflage, S. 463–505). Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Siegler, R. S. (1976). Three aspects of cognitive development. *Cognitive Psychology*, 8, 481–520.
- Siegler, R. S. (1983 a). Information-processing approaches to development. In J. H. Flavell & E. M. Markman (Eds.), *History, theory, and methods. Handbook of child psychology* (Vol. I, pp. 129–211). New York: Wiley.
- Siegler, R. S. (1983 b). Five generalisations about cognitive development. *American Psychologist*, 38, 263–277.
- Simon, D. P. & Simon, H. A. (1978). Individual differences in solving physics problems. In R. S. Siegler (Ed.), *Children's thinking: what develops?* (pp. 325–348). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Simon, H. A. (1962). An information-processing theory of intellectual development. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 27 (2, Serial No 82).
- Sodian, B. (1993). Kognitive Entwicklung – nur Wissensakkumulation? In H. Mandl, M. Dreher & H.-J. Kornadt (Hrsg.), *Entwicklung und Denken im kulturellen Kontext* (S. 181–201). Göttingen: Hogrefe.
- Staub, F. C. & Reusser, K. (1995). The role of presentational structures in understanding and solving mathematical word problems. In C. A. Weaver, S. Mannes & R. Fletcher (Eds.), *Discourse comprehension. Essays in honor of Walter Kintsch* (pp. 285–305). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Stebler, R., Reusser, K. & Pauli, Ch. (1994). Interaktive Lehr-Lern-Umgebungen: Didaktische Arrangements im Dienste des gründlichen Verstehens. In K. Reusser & M. Reusser (Hrsg.), *Verstehen. Psychologischer Prozeß und didaktische Aufgabe* (S. 227–259). Bern: Huber.
- Stern, E. (1993). *Die Entwicklung des mathematischen Verständnisses im Kindesalter*. Habilitationsschrift, Ludwig-Maximilians-Universität München.
- Stern, W. (1930). *Psychologie der frühen Kindheit* (6. Auflage). Leipzig: Quelle & Meyer.
- Sternberg, R. J. (1989). Domain-generality versus domain-specificity: the life and impending death of a false dichotomy. *Merrill-Palmer Quarterly*, 35, 115–130.
- Strauss, S. & Stavy, R. (1982). U-shaped behavioral growth: implications for theories of development. In W. W. Hartup (Ed.), *Review of child development research* (Vol. VI, pp. 547–599). Chicago: University of Chicago Press.
- Vosniadou, S. & Brewer, W. F. (1992). Mental models of the Earth: a study of conceptual change in childhood. *Cognitive Psychology*, 24, 535–585.

- Vygotsky, L. S. (1934). *Denken und Sprechen*. Stuttgart: S. Fischer 1964.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society. The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Wallace, I., Klahr, D. & Bluff, K. (1987). A self-modifying production system model of cognitive development. In D. Klahr, P. Langley & R. Neches (Eds.), *Production system models of learning and development* (pp. 359-436). Cambridge, MA: MIT Press.
- Weinert, F. E. (1989). The impact of schooling on cognitive development: one hypothetical assumption, some empirical results, and many theoretical speculations. *EARLI News*, 8, 3-7.
- Weinert, F. E. (1990). Entwicklungsgenetik und Sozialisationsforschung: Widersprüche, Probleme und Perspektiven. In: *Entwicklung und Lernen. Beiträge zum Symposium anlässlich des 60. Geburtstages von Wolfgang Edelstein* (S. 13-36). Berlin: Max-Planck-Institut für Bildungsforschung.
- Weinert, F. E. (1994). Lernen lernen und das eigene Lernen verstehen. In K. Reusser & M. Reusser (Hrsg.), *Verstehen. Psychologischer Prozeß und didaktische Aufgabe* (S. 183-205). Bern: Huber.
- Weinert, F. E. & Waldmann, M. R. (1988). Wissensentwicklung und Wissenserwerb. In H. Mandl & H. Spada (Hrsg.), *Wissenspsychologie* (S. 161-199). München: Psychologie Verlags Union.
- Wellman, H. M. (1990). *The child's theory of mind*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Wellman, H. M. & Gelman, S. A. (1992). Cognitive development: foundational theories of core domains. *Annual Review of Psychology*, 43, 337-375.
- Wertheimer, M. (1945). *Produktives Denken*. Frankfurt: Kramer 1964. (Original: Productive thinking)
- Wertsch, J. V. (1985). *Vygotsky and the social formation of mind*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Wetzel, F. G. (1978). Elemente des Rationalismus in der Erkenntnistheorie Jean Piagets. In G. Steiner (Hrsg.), *Piaget und die Folgen. Die Psychologie des 20. Jahrhunderts* (Bd. VII, S. 41-63). Zürich: Kindler.
- Wilkening, F. & Lamsfuß, S. (1993). (Miß-)Konzepte der naiven Physik im Entwicklungsverlauf. In W. Hell, K. Fiedler & G. Gigerenzer (Hrsg.), *Kognitive Täuschungen. Fehl-Leistungen und Mechanismen des Urteilens, Denkens und Erinnerns* (S. 271-290). Berlin: Spektrum Akademie Verlag.
- Wimmer, H. & Perner, J. (1983). Beliefs about beliefs: representation and constraining function of wrong beliefs in young children's understanding of deception. *Cognition*, 13, 103-128.
- Wiser, M. & Carey, S. (1983). When heat and temperature were one. In D. Gentner & A. L. Stevens (Eds.), *Mental models* (pp. 267-297). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Sonderdruck
aus
Enzyklopädie der Psychologie

Themenbereich C
Theorie und Forschung

Serie II
Kognition

Band 6

Wissen

herausgegeben von
Friedhart Klix und Hans Spada

1998



Hogrefe · Verlag für Psychologie
Göttingen · Bern · Toronto · Seattle