

ISSN 0344-9300

**PUBLIKATIONEN ZU
WISSENSCHAFTLICHEN FILMEN**

SEKTION
PSYCHOLOGIE · PAEDAGOGIK

SERIE 4 · NUMMER 4 · 1987

FILM C 1307

Die Entwicklung des Denkens nach
Jean Piaget
Konkrete Operationen



INSTITUT FÜR DEN WISSENSCHAFTLICHEN FILM · GÖTTINGEN

Angaben zum Film:

Tonfilm (Komm., deutsch und Originalton), 16 mm, farbig, 241 m, 22 min (24 B/s). Hergestellt 1977, veröffentlicht 1979.

Der Film ist für die Verwendung im Hochschulunterricht bestimmt. Veröffentlichung aus dem Fachbereich 06, Psychologisches Institut der Justus-Liebig-Universität Gießen, Kognition und Kommunikation, Dipl.-Psych. R. ARBINGER, Dipl.-Psych. H.-V. HOFFMANN, Dipl.-Psych. F. REITHER, und dem Institut für den Wissenschaftlichen Film, Göttingen, Dr. H. KALKOFEN; Kamera: M. KRÜGER, H. WITTMANN; Schnitt: H. WITTMANN; Ton: K. KEMNER.

Zitierform:

ARBINGER, R., H.-V. HOFFMANN, F. REITHER und INST. WISS. FILM: Die Entwicklung des Denkens nach Jean Piaget – Konkrete Operationen. Film C 1307 des IWF, Göttingen 1979. Publikation von R. ARBINGER, Publ. Wiss. Film., Sekt. Psychol./Pädag., Ser. 4, Nr. 4/C 1307 (1987), 19 S.

Anschrift des Verfassers der Publikation:

Dr. R. ARBINGER, Zentrum für empirische pädagogische Forschung, Industriestr. 15, D-6740 Landau.

PUBLIKATIONEN ZU WISSENSCHAFTLICHEN FILMEN

Sektion BIOLOGIE

Sektion ETHNOLOGIE

Sektion MEDIZIN

Sektion GESCHICHTE · PUBLIZISTIK

Sektion PSYCHOLOGIE · PÄDAGOGIK

Sektion TECHNISCHE WISSENSCHAFTEN

NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgeber: H.-K. GALLE · Redaktion: E. BETZ, I. SIMON

PUBLIKATIONEN ZU WISSENSCHAFTLICHEN FILMEN sind die schriftliche Ergänzung zu den Filmen des Instituts für den Wissenschaftlichen Film und der Encyclopaedia Cinematographica. Sie enthalten jeweils eine Einführung in das im Film behandelte Thema und die Begleitumstände des Films sowie eine genaue Beschreibung des Filminhalts. Film und Publikation zusammen stellen die wissenschaftliche Veröffentlichung dar.

PUBLIKATIONEN ZU WISSENSCHAFTLICHEN FILMEN werden in deutscher, englischer oder französischer Sprache herausgegeben. Sie erscheinen als Einzelhefte, die in den fachlichen Sektionen zu Serien zusammengefaßt werden.

Bestellungen und Anfragen an: Institut für den Wissenschaftlichen Film
Nonnenstieg 72 · D-3400 Göttingen
Tel. (05 51) 20 22 04

FILME FÜR FORSCHUNG UND HOCHSCHULUNTERRICHT

ROLAND ARBINGER, HANS-VIKTOR HOFFMANN, FRANZ REITHER, Gießen, und INSTITUT FÜR DEN WISSENSCHAFTLICHEN FILM, Göttingen:

Film C 1307

Die Entwicklung des Denkens nach Jean Piaget – Konkrete Operationen

Verfasser der Publikation: ROLAND ARBINGER, Landau

Inhalt des Films:

Die Entwicklung des Denkens nach Jean Piaget – Konkrete Operationen. Anhand von Original-Versuchsanordnungen des Genfer Psychologen Jean Piaget wird eine Beschreibung der Denkwertwicklung etwa beginnend mit dem Schulalter gegeben. Es wird gezeigt, wie die Fähigkeit zum operatorischen Denken – mit seinem wesentlichen Kennzeichen der Reversibilität – den Erwerb stabiler Klassen- und Relationsbegriffe sowie einiger Invarianzbegriffe (Zahl, Substanz, Stoffmenge) möglich macht.

Summary of the Film:

The Development of Thought According to Jean Piaget – Concrete Operations. The development of thought, beginning at around early school age, is described using original experimental conditions as laid down by the Geneva psychologist Jean Piaget. The film shows how the ability to think operatively – with its essential characteristics of reversibility – makes possible the acquisition of stable classificatory and relational concepts as well as invariability (number, substance, quantity).

Résumé du Film:

Le développement de la pensée d'après Jean Piaget – Opérations concrètes. Une description du développement de la pensée, débutant environ avec l'âge scolaire, est faite au moyen d'ordres d'essai originaux du psychologue de Genève, Jean Piaget. Le film montre comment la faculté à la pensée opératoire avec sa caractéristique essentielle de la réversibilité rend possible l'acquisition de notions stables de classe et de relation ainsi que celle de certaines notions d'invariance (nombre, substance, matière).

Allgemeine Vorbemerkungen

Wenn man versucht, eine kurze Zusammenfassung der Ideen PIAGETS zu geben, wird man unzulässige Vereinfachungen und Entstellungen kaum vermeiden können.

Die folgenden Ausführungen sollten unter dieser Prämisse gelesen werden. Gleichzeitig wird dem interessierten Leser empfohlen, sich anhand der zitierten Originalliteratur oder den zahlreichen zusammenfassenden Darstellungen (z.B. FLAVELL [2], FURTH [3], GINSBURG u. OPPER [5], PIAGET u. INHELDER [8], WETZEL [11] weiter zu informieren.

Grundbegriffe der Theorie

Für PIAGET ist menschliche Intelligenz nichts anderes als die am höchsten entwickelte und differenzierteste Form der biologischen *Anpassung* (Adaption) eines Organismus an seine Umwelt. Intelligenz ist die organisierte Gesamtheit von kognitiven Strukturen des Organismus (PIAGET spricht von kognitiven *Schemata*), die diesen Anpassungsprozeß sicherstellen. Kognitive *Entwicklung* läßt sich dann ganz allgemein als Veränderung von kognitiven Strukturen und damit auch als Veränderung in der Qualität der Umweltpassung beschreiben.

Umweltpassung ist für PIAGET – wie der Begriff vielleicht nahelegen könnte – kein passiver Vorgang, bei dem sich ein Organismus vollständig auf seine Umwelt einstellt. Die Anpassung stellt vielmehr eine Art „Kompromißbildung“ dar zwischen dem, was der Organismus an kognitiver Ausstattung „einbringt“ und der Information, die in der Umwelt vorhanden ist. Diesem Gedanken versucht PIAGET mit den beiden Teilprozessen *Assimilation* und *Akkommodation* Rechnung zu tragen, die als zwei, nur dem Begriff nach trennbare, Aspekte des gleichen Anpassungsprozesses gesehen werden.

Assimilation meint denjenigen Aspekt der Umweltpassung, bei dem Objekte und Ereignisse der Umwelt unter Verwendung der gerade verfügbaren kognitiven Strukturen (Schemata) aufgenommen bzw. in diese integriert werden. *Assimilation* allein kann aber offensichtlich nicht genügen, Umweltpassung sicherzustellen. Der Organismus wird ständig auf Umweltstrukturen und -anforderungen stoßen, für die seine kognitiven Strukturen nicht ausreichen. Um Fehlanpassungen zu vermeiden, ist der Organismus gezwungen, durch *Akkommodation* seine kognitiven Schemata abzuändern, d.h. zu erweitern, zu differenzieren, untereinander besser abzustimmen, zu „koordinieren“.

Jedes intelligente Verhalten auf jeder Stufe der kognitiven Entwicklung stellt eine Mischung aus *assimilativen* und *akkommodativen* Anteilen und damit gleichzeitig auch einen momentanen Zustand des *Gleichgewichts* zwischen beiden dar. Kognitive Entwicklung kann gesehen werden als Abfolge solcher Gleichgewichtszustände, als „fließendes“ Gleichgewicht oder als permanenter „*Äquilibrationsprozeß*“. Ein erreichter Gleichgewichtszustand wird niemals vollkommen und endgültig sein, er wird aber dennoch mit steigender kognitiver Entwicklung stabileren Charakter annehmen. Dies bedeutet auch, daß im Verlauf der kognitiven Entwicklung eine zunehmend erfolgreiche Umweltpassung und eine zunehmend verlässliche Umwelterkenntnis stattfinden. Trotz einer so – als kontinuierlicher *Äquilibrationsprozeß* – verstandenen kognitiven Entwicklung ist es möglich, je nach dem Grad der Stabilität des erreichten Gleichgewichtszustandes und dem inneren Aufbau der zugrundeliegenden kognitiven Strukturen

qualitativ unterschiedliche Stufen oder Stadien der Entwicklung des Denkens voneinander abzugrenzen. PIAGET unterscheidet vier Stadien der kognitiven Entwicklung: Das Stadium der sog. *sensorischen Intelligenz* umfaßt etwa die Zeitspanne von der Geburt bis zwei Jahre. Wesentliches Kennzeichen dieses Stadiums ist das Fehlen von Denken im üblichen Sinne des internen Umgehens mit Vorstellungen, Begriffen, Symbolen. Der Säugling, bzw. das Kleinkind, verfügt stattdessen über eine Art *Handlungswissen*, über die Fähigkeit, sich mit Hilfe von „intelligenten“ sensorischen und motorischen Handlungen (daher der Name für dieses Stadium) an seine Umwelt anzupassen, bzw. sich diese anzueignen. Eine weitere wichtige Errungenschaft in diesem Stadium besteht in einer allmählichen *Subjekt-Objekt-Differenzierung*, in der Konstruktion eines stabilen „*Objektbegriffs*“. Dieser Begriff beinhaltet ein Wissen darüber, daß Objekte der äußeren Umgebung völlig unabhängig von den eigenen momentanen Wahrnehmungen und Handlungen existent sind. So existiert für den Säugling der Schnuller auch dann noch, wenn er ihn momentan nicht sieht oder in der Hand bzw. im Mund hat.

Die endgültige Ausbildung eines stabilen Objektbegriffs markiert bereits den Übergang zur nächsten Stufe der Denkentwicklung, dem Stadium des *präoperativen Denkens*. Am Anfang dieses Stadiums, das etwa die Zeit bis zum Schuleintritt umfaßt, steht also die Ausbildung derjenigen Fähigkeit, die das vorangegangene Stadium vermissen ließ, nämlich die Fähigkeit einer internen Repräsentation von Objekten und Ereignissen der Umwelt. Diese Fähigkeit wird von PIAGET zusammenfassend als *semiotische Funktion* bezeichnet. Sie äußert sich in einer Reihe verschiedener, für Kinder dieses Alters charakteristischer Handlungsweisen, z.B. in der aufgeschobenen Nachahmung von Handlungen anderer Personen, in der Bevorzugung des Symbolspiels als dominierende Spielart, in der Darstellung von Objekten mit Hilfe von Zeichnungen und vor allem in der Übernahme der Sprache. Ein durchgängiges Merkmal des Kindes in diesem Entwicklungsstadium ist sein ausgeprägter *Egozentrismus*: Das Kind stellt seine eigene spezifische Denk- und Sichtweise in den Mittelpunkt, es orientiert sich an einzelnen, isolierten Aspekten seiner Wahrnehmungen, Vorstellungen oder Handlungen gegenüber Objekten, Personen oder Ereignissen der Umwelt. Unter anderem läßt sich dies an den typischen „*primitiven*“ (z.B. animistischen, finalistischen, artifzialistischen, phänomenalistischen) Deutungen und Erklärungen von Gegebenheiten und Vorgängen ablesen. Weitere Mängel des Denkens von Kindern in diesem Altersbereich äußern sich in Schwierigkeiten im Umgang mit Begriffen und Relationen (PIAGET spricht dem Vorschulkind nur Vorbegriffe und Prärelationen zu).

Die meisten dieser Schwierigkeiten werden im nächsten Stadium der Denkentwicklung, dem *konkret-operatorischen*, überwunden. In diesem Stadium, das für die mittlere Kindheit – also von ca. 6 bis ca. 12 Jahre – bestimmend ist, verfügt das Kind über sog. *Operationen*. PIAGET versteht hierunter ein System miteinander verbundener verinnerlichter Handlungen, die – im Unterschied zur vorangegangenen Stufe – bestimmten logischen Regeln (Modell der Gruppierung) gehorchen. Eine solche Regel ist z.B. die Umkehrbarkeit (Reversibilität) von Denkoperationen. Die Fähigkeit zum operatorischen Denken führt zu einer erheblichen Zunahme der Flexibilität und Leistungsfähigkeit des menschlichen Denkens, gleichzeitig auch zu einer sehr viel stabileren und

zutreffenderen Erkenntnis der Umwelt. Ganz typisch für diese Altersstufe ist der Erwerb einer Reihe von *Invarianzbegriffen* (z.B. Invarianz der Länge, der Fläche, des Volumens, der Zahl, der Menge, des Gewichts). Die früher gezeigten Mängel im Umgang mit Begriffen und Relationen verschwinden weitgehend. So kann das Kind z.B. hierarchische Einschachtelungen von Klassenbegriffen erkennen oder unter Berücksichtigung der Relation „größer“ (bzw. „kleiner“) Reihenbildungen (Seriationen) vornehmen. Dennoch weist das Denken auf dieser Stufe der kognitiven Entwicklung noch eine wesentliche Einschränkung auf: es ist noch ausschließlich an konkret vorgefundenen Objekten, Sachverhalten und Ereignissen orientiert (daher auch die Bezeichnung). Im abschließenden Stadium der kognitiven Entwicklung, dem der *formallogischen Operationen*, wird diese Beschränkung überwunden. In diesem Stadium, das etwa die Zeit ab 12 Jahren bis ins Erwachsenenalter umfaßt, kann der junge Mensch über die konkret bzw. real vorgefundenen Umweltgegebenheiten hinausgehen, „hinausdenken“. Dem Denken steht jetzt auch der weite Bereich prinzipiell möglicher Realitäten zur Verfügung. Das Denken nimmt die typische Form des „angenommen, daß . . .“ an, d.h. es nimmt seinen Ausgang von Annahmen oder Hypothesen, deren Wahrheitsgehalt noch nicht feststeht und denkt diese in ihren Konsequenzen zu Ende. Das Denken besitzt also *hypothetisch-deduktiven* Charakter. Bei dieser Art des Denkens greift der Jugendliche jetzt auch verstärkt auf das System der *Aussagenlogik* zurück. Formallogisches Denken beinhaltet auch die Fähigkeit zu reflexivem Denken. Hierbei werden die eigenen Denkoperationen selbst Gegenstand des Denkens, es findet ein Operieren mit Operationen statt. Die Binnenstruktur des formallogischen Denkens wird von PIAGET mit dem mathematischen Modell der *Gruppe* (sog. INRC-Gruppe) beschrieben.

Mit dem Übergang in die Stufe des formallogischen Denkens ist für PIAGET der Endpunkt der kognitiven Entwicklung erreicht. Weitere qualitative Veränderungen der kognitiven Strukturen werden von ihm nicht ins Auge gefaßt.

Um Mißverständnissen vorzuzukommen, ist noch eine abschließende Bemerkung notwendig: Die bei der Kurzbeschreibung der vier Stadien der kognitiven Entwicklung angeführten *Altersgrenzen* können nur als grobe Richtschnur gesehen werden; durch eine Vielzahl verschiedener Faktoren – nicht zuletzt sozioökonomischer und kultureller Natur – werden sich z.T. erhebliche Abweichungen beobachten lassen. Die von PIAGET angenommene *Abfolge* der vier Entwicklungsstadien scheint allerdings universelle Gültigkeit zu besitzen.

Zur Entstehung der Filme

Die oben beschriebene Denkentwicklung nach PIAGET wurde in insgesamt drei Filmen dargestellt: präoperative Phase (C 1428), konkrete Operationen (C 1307) und formale Operationen (C 1306). Die Zeitspanne der sensomotorischen Intelligenz wurde aus mehreren Gründen ausgelassen: einmal weil hierzu bereits ausgezeichnetes Filmmaterial vorliegt (vor allem von ESCALONA u. CORMAN [13], [14], [15] aber auch von KAGAN u. GARDNER [17] und HELLBÜRGG [16]), zum anderen weil erhebliche organisatorische und technische Schwierigkeiten – vor allem im Hinblick auf den Zugang zu den Säuglingen – zu erwarten waren.

Die drei Filme entsprechen in ihrer zeitlichen Entstehung nicht dem beschriebenen Ablauf der kognitiven Entwicklung: Der Film über das formallogische Denken ist zeitlich als erster, der über die präoperative Phase als letzter entstanden. Der Hauptgrund für diese Entscheidung bestand darin, daß zum Zeitpunkt der Kontaktaufnahme mit dem IWF die meisten Versuchsanordnungen zum formalen Denken an der Universität Gießen schon existierten und damit auch schon Erfahrungen gesammelt worden waren. Wir entschlossen uns daher, „rückwärts“ zu arbeiten.

Bei der filmischen Darstellung der kognitiven Entwicklung versuchten wir, eine weitgehende Anlehnung an die Originalliteratur von PIAGET und Mitarbeitern durchzuhalten. In diesem Sinne ist unsere Darstellung „unkritisch“. In den drei Filmen sind deshalb auch die – sofern sie aus PIAGETS Beschreibungen rekonstruierbar waren – Original-Versuchsanordnungen verwirklicht; auch die meisten der während der Untersuchung der Kinder („klinisches Interview“) gestellten Fragen stammen aus den Protokollen PIAGETS.

Die in den Filmen gezeigten Szenen sind nicht gestellt, es handelt sich jeweils um Ausschnitte aus längeren Befragungen der einzelnen Kinder. Die Auswahl der Szenen erfolgte nach den vorher im Drehbuch festgelegten Anforderungen entweder unmittelbar während der Dreharbeiten – indem einer der Autoren das Zeichen zum Drehbeginn gab – oder später am Schneidetisch. Es wurde versucht, bei jedem Experiment mißlungenes und erfolgreiches Verhalten kontrastierend gegenüberzustellen. Dabei kam es uns vor allem darauf an zu zeigen, daß Scheitern oder Erfolg in einer bestimmten Problemsituation weniger von dem eher nebensächlichen Faktor „Lebensalter“ als vielmehr von strukturellen und inhaltlichen kognitiven Voraussetzungen abhängig sind.

Erläuterungen zum Film

Die Darstellung der Phase des konkret-operatorischen Denkens in einem Film von knapp 30 min Länge bringt wegen der schier Informationsfülle eine Reihe von Schwierigkeiten mit sich: Fast alle Arbeiten PIAGETS und seiner Mitarbeiter berühren in der einen oder anderen Form die hier interessierende Altersstufe. Dies wurde bereits in dem ersten Film der Serie („Präoperative Phase“, C 1428) deutlich: Die Leistungen bzw. Fehlleistungen von jüngeren Kindern wurden häufig unter Rückgriff auf die erst in der Phase des operatorischen Denkens erworbenen Fähigkeiten erklärt.

Die Phase des konkreten Denkens ist sicher auch diejenige Phase der kognitiven Entwicklung, die außerhalb der Genfer Schule am intensivsten „beackert“ wurde: Die ungezählten Nachuntersuchungen, allein z.B. zu den Invarianzbegriffen sind kaum mehr überschaubar.

Der vorliegende Film kann daher nur einen schmalen Ausschnitt aus dem vorhandenen Material zeigen. Die Auswahl orientierte sich dabei an folgende Kriterien: Es sollten auf jeden Fall die „klassischen“ Inhalte dieser Phase mit den ihnen zugrundeliegenden Denkoperationen dargestellt werden. Mit den Konzepten „Seriation“, „Hierarchische Klassifikation“ und darauf aufbauend dem Begriff der Zahl und einem Beispiel für einen Invarianzbegriff glauben wir, diese klassischen Inhalte gefunden zu haben. Diese Inhalte sollten außerdem weitgehend mit Hilfe der Originalversuche von PIAGET und Mitarbeiter (und nicht mit Hilfe der zahlreichen Varianten und Modifikationen) vermittelt werden.

Die Erklärung der beobachteten bzw. prinzipiell beobachtbaren Verhaltensweisen der Kinder erfolgt auch hier zunächst „systemimmanent“, d.h. unter Rückgriff auf die Interpretation durch PIAGET selbst. An einigen Stellen werden die aufgrund von Nachfolgeuntersuchungen notwendig gewordenen Korrekturen und Ergänzungen angeführt.

Das Material zu dem Film entstammt folgenden Hauptwerken PIAGETS (in der Reihenfolge ihres ersten Erscheinungsdatums):

Die Entwicklung des Zahlbegriffs beim Kinde (mit SZEMINSKA, frz. 1941), Die Entwicklung der physikalischen Mengenbegriffe beim Kinde (mit INHELDER, frz. 1942), Die Entwicklung der elementaren logischen Strukturen (mit INHELDER, frz. 1959).

Versuch 1: Seriation

(PIAGET u. INHELDER [7]: Die Entwicklung der elementaren logischen Strukturen, Teil 2, dt. 1973, S. 139 ff. und PIAGET u. SZEMINSKA [9]: Die Entwicklung des Zahlbegriffs beim Kinde, dt. 1965, S. 134 ff.)

- a) Ordnen eines Satzes von Objekten nach einer physikalischen Dimension
- b) Herstellung zweier korrespondierender Reihen von Objekten

BEOBACHTBARES VERHALTEN	ERKLÄRUNG
Kind kann Puppen (oder Stöcke) nicht in eine nach Größe geordnete Reihe bringen (a). Kind kann in eine bereits bestehende Reihe nicht nachträglich ein Element einfügen (a). Kind kann Puppen und Stöcke nicht (nacheinander oder gleichzeitig) in zwei Reihen anordnen. Es kann Puppen und Stöcke der Größe nach einander nicht zuordnen (b).	„Um eine bestimmte Zahl von Gliedern ihrer Größe nach zur Reihe zu ordnen, (ist es) erforderlich . . . , daß die Größe jedes Gliedes zugleich größer ist als die der vorhergehenden und geringer als die der folgenden Glieder“ (PIAGET u. SZEMINSKA [9], S. 140). Die gleichzeitige Berücksichtigung beider Bedingungen ist für das Kind des voroperatorischen Stadiums noch nicht möglich. Es kann jeweils nur eine Bedingung berücksichtigen und daher auch nur paarweise Vergleiche zwischen Objekten vornehmen. Sowohl bei der einfachen Reihenbildung als auch bei dem Versuch, zwei korrespondierende Reihen zu erstellen, scheitert es. Erst auf der Stufe der konkreten Operationen kann das Kind die beiden reziproken Relationen (größer/kleiner) koordinieren.

Anmerkungen:

1) Die hier gestellte Frage nach der Anzahl von Stöcken und Hüten im Kontext der Seriation kommt im Original nicht vor. Bei PIAGET u. SZEMINSKA [9], S. 61 ff. ist diese Frage an zwei nicht geordnete Gruppen von Gegenständen (z.B. Vasen und Blumen) gebunden, wobei immer die (vom Versuchsleiter mehr oder weniger erzwungene) Korrespondenz zwischen den beiden Gruppen wahrnehmungsmäßig zerstört wird (indem eine Gruppe dichter oder weiter auseinander gelegt wird). Dann folgt erneut die Frage der zahlenmäßigen Gleichheit. Die von dem Kind hier gegebene Antwort (Stück-für-Stück-Korrespondenz) liefert keinen sicheren Hinweis darauf, ob eine wahrnehmungsmäßige Veränderung das Gleichheitsurteil unbeeinflusst ließe.

2) Bei der Herstellung zweier korrespondierender Reihen wurde durch die Versuchsanordnung ein bestimmtes Verhalten des Kindes provoziert: Es mußte immer erst die Reihe der Puppen herstellen und dann erst Stöcke oder Hüte zuordnen. Diese „einfache Reihenbildung mit Korrespondenzen“ stellt aber für das Kind keine Hilfe dar, denn „dort, wo die spontane Reihenbildung nicht möglich ist, ist es die Reihen-Korrespondenz ebenso wenig und umgekehrt“ (PIAGET u. SZEMINSKA [9], S. 142).

Im Falle der Zuordnung der Hüte ist allerdings nicht entscheidbar, ob überhaupt Seriation im operativen Sinn im Spiel ist. So paßt beispielsweise der größten Puppe gar kein anderer Hut als der vom Kind gewählte. Möglicherweise ist hier nur Seriation in seiner sensorischen Vorform gefordert (vgl. PIAGET u. INHELDER [7], S. 140).

Weitere Literatur: Einen neueren Überblick über die Entwicklung des Verständnisses für Ordnungsrelationen liefern FUSON u. HALL ([4]), S. 86 ff. Die Autoren machen auch deutlich, daß die vielfach berichteten Seriationsleistungen von präoperationalen Kindern (vgl. BRAINERD [1], S. 176 ff.) nicht den oben erwähnten entscheidenden Punkt der operativen Seriation – gleichzeitige Berücksichtigung der beiden Relationen – berühren.

Versuch 2: „Matrix“: Gleichzeitiges Ordnen eines Satzes von Stäben nach zwei Dimensionen. (PIAGET u. INHELDER [7]: Die Entwicklung der elementaren logischen Strukturen, Teil 2 dt. 1973, S. 170 ff.)

BEOBACHTBARES VERHALTEN	ERKLÄRUNG
Kind ist nicht in der Lage, die Stäbe in eine Ordnung zu bringen; es stellt beliebige Anordnungen der Stäbe her (Aneinanderreihungen, Häufchen, Paare).	vgl. Versuch Nr. 1
Kind kann die Stäbe nach einem der beiden Merkmale in eine Ordnung bringen.	„Die Erfordernis, die beiden Seriationen 'auf einmal' durchzuführen, also die multiplikative Notwendigkeit an sich, ist es, die die Hauptschwierigkeit für das Kind bildet“ (PIAGET u. INHELDER [7], S. 177).
Kind kann Stäbe nach beiden Merkmalen in einer Matrix anordnen.	Das Kind des operatorischen Stadiums antizipiert bereits beim Betrachten der Stäbe die Notwendigkeit einer zweifachen Seriation, auch wenn es zunächst nur mit einer einfachen Seriation beginnt. Es ist jetzt in der Lage, eine Multiplikation von zwei Seriationen vorzunehmen. Diese beinhaltet nichts anderes als eine Kombination von serierbaren Unterschieden zwischen den Stäben und von (Teil-)Äquivalenzen zwischen den Stäben. Die folgende formalisierte Darstellung einer Matrix macht diesen Sachverhalt deutlich (L = Länge des Stabes, U = Umfang):

BEOBACHTBARES VERHALTEN	ERKLÄRUNG
	$L_1 U_1 \longrightarrow L_1 U_2 \longrightarrow L_1 U_3 \dots$ $\downarrow \quad \quad \downarrow \quad \quad \downarrow$ $L_2 U_1 \longrightarrow L_2 U_2 \longrightarrow L_2 U_3 \dots$ $\downarrow \quad \quad \downarrow \quad \quad \downarrow$ $L_3 U_1 \longrightarrow L_3 U_2 \longrightarrow L_3 U_3 \dots$ Die Stäbe in der ersten Reihe sind hinsichtlich des Umfangs geordnet, aber äquivalent bzgl. der Länge. Umgekehrt gilt für die erste Spalte: Seriation bzgl. der Länge, Äquivalenz bzgl. Umfang. Lediglich die Diagonalen sind durch zweifache Ungleichheitsrelationen gekennzeichnet.

Versuch 3: Hierarchische Klassifikation (Klasseninklusion)
 (PIAGET u. INHELDER [7]: Die Entwicklung der elementaren logischen Strukturen, Teil 1, dt. 1973, S. 145 ff. und PIAGET u. SZEMINSKA [9]: Die Entwicklung des Zahlbegriffs beim Kinde, dt. 1965, S. 211 ff.).
 Als Material wurden 16 Karten mit Abbildungen von Tieren benutzt. 5 Vögel (A), 3 Tiere, die fliegen können, aber keine Vögel sind (= A') und 8 andere Tiere. Dies ergibt folgende ineinandergeschachtelte Klassen: $A (= \text{Vögel}) < B (= A + A' = \text{Tiere, die fliegen können}) < C (= \text{Tiere})$.

BEOBACHTBARES VERHALTEN	ERKLÄRUNG
Kind legt Paare zusammenpassender Bilder hin.	Bei der spontanen Klassifikation der Bilder zeigt sich „eine relativ stetige, sich auf eine logische Gruppierung hin bewegendende Entwicklung“ (PIAGET u. INHELDER [7], S. 149). Am Anfang bringen die Kinder nur sog. Kollektionen zustande, d.h. kleine, ohne einheitliches Kriterium aneinandergereihte Anordnungen (z.B. Paare von Tieren, die nach „Größe“, „Fähigkeit zu schwimmen“, „auf dem Bauernhof lebend“ o.ä. zusammengelegt werden).
Kind beantwortet Fragen nach der Einschachtelung der Klassen – bei vom Versuchsleiter vorgegebener Anordnung – falsch	Bei fertig vorgegebener Anordnung sind jüngere Kinder nicht in der Lage, die Ungleichheit ineinandergeschachtelter Klassen (hier $A < B$) zu erkennen. „die Ursache dafür liegt... darin, daß der Vergleich zwischen A und B gleichzeitig eine Trennung des Teils A vom ergänzenden Teil A' verlangt und eine Beibehaltung des

BEOBACHTBARES VERHALTEN	ERKLÄRUNG
Kind kann hierarchische Ordnung spontan herstellen und beantwortet alle Fragen nach der Einschachtelung der Klassen richtig.	ganzen B trotz eben dieser Trennung. Mit anderen Worten: Die Beziehung $A < B$ impliziert die umgekehrte Operation in der Form $A = B - A'$, so daß B als Totalität bleibt, obwohl seine Teile A und A' in Gedanken voneinander getrennt werden. Da es nun diesen Versuchspersonen nicht gelingt, unter solchen Bedingungen an ganz B festzuhalten, vergleichen sie nur das A mit dem A' und schließen dann aus ihren Wertungen, es gebe mehr Vögel („5“) als Tiere, die fliegen können („3“) (PIAGET u. INHELDER [7], S. 150). Um zu erkennen, daß eine übergeordnete Klasse immer mehr Elemente enthält als untergeordnete Klassen, muß ein Kind Klassen logisch addieren und subtrahieren können. Diese Leistungen werden aber erst mit Erreichen der Stufe der konkreten Operationen erworben. Dabei zeigt sich eine bemerkenswerte Materialabhängigkeit: Das hier benutzte Material erwies sich bereits in den Originaluntersuchungen von PIAGET u. INHELDER im Hinblick auf das Verständnis der hierarchischen Beziehungen zwischen den Klassen als schwieriger als Material, bei dem die Kinder auf ausführbare Handlungen („Blumen pflücken“) zurückgreifen konnten. „... um zu begreifen, daß Enten Vögel und Vögel Tiere sind, (kann sich das Kind) nicht mehr einfach auf Aktions-schemata stützen, die... dem Blumenpflücken analog sind: Es muß... vermehrt zu den Konzepten der Sprache Zuflucht nehmen, sie strukturieren oder sie sogar während des Fragens wieder ausarbeiten“ (PIAGET u. INHELDER [7], S. 159).

Weitere Literatur: BRAINERD ([1]), S. 181 ff. und WINER ([12]) liefern Überblicke über die zahlreichen Replikationsuntersuchungen. Die Summe der Ergebnisse läßt den Schluß zu, daß die Fähigkeit zur Klasseninklusion wesentlich später auftritt als von PIAGET angenommen (von der erwähnten Materialabhängigkeit einmal abgesehen). Nach dem Kriterium „50% einer Altersgruppe sind erfolgreich“ tritt diese Fähigkeit nicht vor 8 J. auf; nach dem Kriterium „75% einer Altersgruppe“ kaum vor 10 J. Klasseninklusion wäre damit eher der Stufe der formalen Operationen zuzuordnen.

Versuch 4: Herstellung gleichmächtiger Mengen
 (PIAGET u. SZEMINSKA [9]: Die Entwicklung des Zahlbegriffs beim Kinde, dt. 1965, S. 250 ff. [„Die Egalisierung verschieden großer Quantitäten“]).

Material: Zwei Häufchen von 5 (= A) und 11 (= A') Spielsteinen.

BEOBACHTBARES VERHALTEN	ERKLÄRUNG
Kind nimmt vom größeren Haufen eine willkürliche Zahl Spielmarken weg und legt sie zu dem kleineren Haufen.	Zur Lösung dieses Problems ist die Einsicht erforderlich, daß jede Vermehrung von A eine Verminderung von A' bedeutet und umgekehrt, d.h. das Kind muß die Existenz eines invarianten Ganzen B als Summe von A und A' erkennen. In einem ersten Stadium begreift das Kind noch nicht, daß A und A' aufeinander bezogen sind. „Es nimmt wohl wahr, daß $A' > A$ ist, und daher will es zu A Spielmarken hinzufügen, um es an A' anzugleichen, aber während es das tut, vergrößert es A' und sieht selbst dann nicht mehr hin, wenn es ihm die für A bestimmten Elemente fortnimmt“ (PIAGET u. SZEMINSKA [9], S. 252). Die vom Kind ausgeführten Handlungen sind rein empirischer, d.h. nicht-operatorischer Natur mit zufälligen, vom Kind nicht beabsichtigten oder vorhergesehenen Ergebnissen.
Kind nimmt vom größeren Haufen eine (evtl. mehrere) Spielmarken weg und legt sie zu dem kleineren Haufen. Anschließend erfolgt eine Kontrolle des Ergebnisses (durch Anordnung der beiden Haufen in gleiche Figuren oder – wie im Film – durch Zählen). Dann evtl. Wiederholung des gesamten Vorgangs.	In einem zweiten Stadium weiß das Kind zwar zu Beginn seiner Egalisierungsversuche noch nicht, daß der aus $A' - A$ entstehende Rest gleichmäßig auf beide Haufen aufgeteilt werden muß: es ist allerdings in der Lage, durch nachträgliche (anschauliche) Kontrollen zu richtigen Lösungen zu gelangen. Eine Kontrolle des Ergebnisses durch Zählen markiert bereits den Übergang zur operatorischen Stufe, auf der ein Kind unabhängig von der momentanen Anordnung der Steine in den beiden Haufen Gleichheit oder Ungleichheit feststellen kann. Die wesentliche Errungenschaft des dritten Stadiums besteht darin, daß das Kind bereits vor der Ausführung irgendwelcher Handlungen eine „Dekomposition der Mengen“ vornimmt: A' wird gesehen als Summe eines Teiles A2, der A entspricht und eines Teiles A'-A2. Hieraus ergibt sich ein System hierarchischer Einschachtelungen (vgl. Versuch 3): $A' = A + (A' - A)$ und $B = A + A' = A + A + (A' - A)$

Versuch 5: Additive Zusammensetzung von Zahlen

(PIAGET u. SZEMINSKA [9]: Die Entwicklung des Zahlbegriffs beim Kinde, dt. 1965, S. 242 ff.).

Material: Zwei Haufen von je 4 + 4 Spielsteinen. Ein Haufen wird vom Versuchsleiter in eine (1 + 7)-Anordnung umgelegt.

BEOBACHTBARES VERHALTEN	ERKLÄRUNG
Kind verneint nach Veränderung des zweiten Häufchens die Gleichheit der beiden Häufchen.	Das Kind ist in einem ersten Stadium noch ausschließlich an seine unmittelbare Wahrnehmung gebunden. Es kann weder eine Ganzheit als permanent begreifen noch die Gleichheit der beiden zu vergleichenden Mengen anerkennen. Erst mit Erreichen der operatorischen Stufe wird die Addition als reversible Operation konstituiert, und zwar dann „wenn einerseits die zu addierenden Teile in einem Ganzen vereinigt werden und wenn andererseits dieses Ganze als invariant angesehen wird, unabhängig von der Aufteilung seiner Teile“ (PIAGET u. SZEMINSKA [9], S. 247).

Versuch 6: Multiplikative Zusammensetzung von Zahlen

(PIAGET u. SZEMINSKA [9]: Die Entwicklung des Zahlbegriffs beim Kinde, dt. 1965, S. 279 ff.).

Material: 6 Teller mit je 2 Spielsteinen (einem weißen und einem schwarzen)

BEOBACHTBARES VERHALTEN	ERKLÄRUNG
Kind gibt an, daß „noch einmal so viel“ Teller gebraucht werden, wenn auf jedem Teller nur ein Spielstein liegen soll.	In Versuch 1 (vgl. Anmerkung 1) wurde u.a. auch überprüft, ob ein Kind die Gleichheit („quantitative Äquivalenz“) zweier Mengen erkennen kann. Ein Äquivalenzurteil ist dann möglich, wenn das Kind eine wahrnehmungsunabhängige Stück-für-Stück (1:1)-Korrespondenz zwischen beiden Mengen herstellen kann. Der vorliegende Versuch stellt eine Erweiterung des Äquivalenzproblems auf mehr als zwei Mengen dar. Das Kind muß hier zunächst erkennen, daß sowohl die Zahl der weißen Spielsteine als auch die der schwarzen der Zahl der Teller entspricht bzw. äquivalent ist: $n W \longleftrightarrow n T$ und $n S \longleftrightarrow n T$. Weiterhin muß das Kind erkennen, daß jedem Paar von Spielsteinen ein Teller entspricht und daß somit die Zahl der Paare der Zahl der Teller äquivalent ist: $n (W + S) \longleftrightarrow n T$ oder $n (2) \longleftrightarrow n T$.

BEOBACHTBARES VERHALTEN	ERKLÄRUNG
	<p>Das Kind muß also mit anderen Worten eine 2:1-Korrespondenz zwischen Spielsteinen („Kekschen“) und Tellern herstellen.</p> <p>Wird das Kind gefragt, wieviel Teller notwendig sind, wenn alle Spielsteine zusammengefaßt werden ($n W + n S$) und jeder Teller nur einen Stein erhalten soll, so muß es diese 2:1-Korrespondenz auf die Zahl der Teller übertragen. Es muß erkennen, daß jedem bereits vorhandenen Teller <i>zwei</i> entsprechen müssen. Es werden also – wie vom Kind geäußert – noch einmal so viel oder doppelt so viel Teller benötigt:</p> $(n W + n S) \longleftrightarrow 2 n T.$ <p>„Die Operation der Korrespondenzbildung (zeigt) sich (jetzt) unter ihrem wirklichen Aspekt, d.h. unter dem einer multiplikativen Komposition. Bei den Korrespondenzen 1 zu 1, 2 zu 1, 3 zu 1 usw. wird der Wert <i>n</i> einer Menge nicht mehr begriffen, als entwickle er sich von <i>n</i> zu $n + n$, sondern von '1 mal <i>n</i>' zu '2 mal <i>n</i>', '3 mal <i>n</i>' usw.“ (PIAGET u. SZEMINSKA [9], S. 286).</p>

Versuch 7: Substanzbegriff: Verformungen der Knetkeugel
 (PIAGET u. INHELDER [6]: Die Entwicklung der physikalischen Mengenbegriffe beim Kinde, dt. 1969, S. 39 ff.).

Material und Verfahren: 2 gleiche Knetkugeln unterschiedlicher Farbe: Ausrollen einer Kugel zu einer Wurst (a) und Zerteilen der beiden Kugeln in 4 bzw. 5 kleinere Kugeln (b).

BEOBACHTBARES VERHALTEN	ERKLÄRUNG
Kind verneint nach der Verformung die Gleichheit der beiden Knetmengen: Es behauptet, daß von einer der beiden Sorten <i>mehr</i> bzw. <i>weniger</i> vorhanden ist.	<p>Das in diesem Versuch gestellte Invarianzproblem läßt sich ganz allgemein als Konflikt zwischen der unmittelbaren Erfahrung und den geistigen Operationen kennzeichnen. In einem ersten Stadium dominiert noch vollständig die aktuelle Wahrnehmung: „... je nachdem, was dem Kind von der Wahrnehmung her von dem Unterschied an Dicke, Länge, Durchmesser, (Anzahl der Kugeln in (b)) ... auffällt erinnert es sich allein an dieses beherrschende Verhältnis, ohne es mit den anderen zu koordinieren, und nach einem solchen Kriterium wird die Menge der Materie je nachdem als zunehmend oder abnehmend aufgefaßt“ (PIAGET u. INHELDER [6], S. 45).</p>

BEOBACHTBARES VERHALTEN	ERKLÄRUNG
Kind bestätigt die Gleichheit der beiden Knetmengen unabhängig von der Art ihrer Veränderung (a oder b).	<p>Erst mit Erreichen des operatorischen Denkens wird die Invarianz der Substanz unter allen Bedingungen als logische Notwendigkeit begriffen. In den Äußerungen der Kinder zeigen sich die zwei wesentlichen Aspekte von Operationen: <i>I d e n t i t ä t</i>: „Man hat keinen Knet weggenommen oder hinzugetan“ und <i>R e v e r s i b i l i t ä t</i>: „Wenn man die Wurst wieder zu einer Kugel macht, ist es wieder gleich viel“ (= Angabe der Umkehroperation) oder „Die Wurst ist länger, aber dünner; beides ist gleich viel“ (= logische Multiplikation einer Operation mit einer reziproken Operation).</p> <p>Für PIAGET ist die Substanz „eine undifferenzierte und globale Qualität...“, die auf der Ebene der Begriffsbildung die des sensomotorischen 'Objekts' ergänzt. (Im Unterschied zum Objekt ist sie) nicht mehr eine beliebige direkt sichtbare oder wahrnehmbare Qualität (Länge, Breite, Gewicht, Farbe usw.), sondern die Qualität, die zur permanenten Stütze dieser als variabel wahrgenommenen ... Qualitäten geeignet ist“ (PIAGET u. INHELDER [6], S. 53 u. 55). Die Invarianz der Substanz stellt die einfachste Form der Quantifizierung von Qualitäten dar (im Sinne der gleichbleibenden Zahl von „Elementen“). Auf diesem Begriff bauen die Begriffe des Gewichts und des Volumens auf, die im Verlauf des konkreten Denkens erst später erworben werden, da sie komplexere Formen der Quantifizierung beinhalten.</p>

Versuch 8: Invarianz kontinuierlicher und diskontinuierlicher Mengen
 (PIAGET u. SZEMINSKA [9]: Die Entwicklung des Zahlbegriffs beim Kinde, dt. 1965, S. 15 ff.).

Material und Verfahren: a) 2 gleiche Gläser mit gleicher Flüssigkeitsmenge; Umschütten eines Glases in ein flacheres, aber breiteres Glas
 b) 2 Gläser, die nach Höhe und Durchmesser verschieden sind; sukzessives Auffüllen der Gläser mit Holzperlen.

BEOBACHTBARES VERHALTEN	ERKLÄRUNG
Kind verneint nach dem Umschütten die Gleichheit der Flüssigkeitsmengen (a) und verneint die Gleichheit der Perlenmengen (b).	<p>Für PIAGET ist die Invarianz der Substanz nichts anderes als die elementarste Form der Invarianz der kontinuierlichen Mengen (PIAGET u. INHELDER [6], S. 54). Es lassen sich daher im Prinzip die gleichen Verhaltensweisen</p>

BEOBACHTBARES VERHALTEN	ERKLÄRUNG
<p>Kind bestätigt die Gleichheit der Flüssigkeitsmengen (a) und die Gleichheit der Perlenmengen (b) unter allen Bedingungen.</p>	<p>wie in Versuch 7 beobachten: In einem ersten Stadium bleiben die Eigenschaften der Gläser (Höhe, Breite) einfache, eindimensionale Wahrnehmungsgegebenheiten („rohe“ Quantitäten). Diese isoliert wahrgenommenen Relationen werden noch nicht zu einem Begriff der totalen Quantität verknüpft (im Sinne einer logischen Multiplikation); deshalb wird als Begründung für die Varianz der Flüssigkeitsmenge das in der Wahrnehmung momentan dominierende Merkmal angegeben (z.B. „Weil das Glas höher ist“). Diese Wahrnehmungsdominanz geht sogar so weit (b), daß offensichtliche Stück-für-Stück-Korrespondenzen („Eine Kugel in dieses Glas, eine Kugel in jenes Glas“ usw.) ihre Bedeutung verlieren (vgl. auch Versuch 1, Anm. 1).</p> <p>Die Invarianz der Mengen setzt voraus, daß das Kind in der Lage ist zu begreifen, daß sich die Flüssigkeits- bzw. Perlenmenge in beiden Gläsern in zwei Dimensionen gleichzeitig unterscheiden und daß sich diese Unterschiede ausgleichen: Die Abnahme in der Höhe kommt der Zunahme in der Breite gleich und umgekehrt. Das Kind ist fähig, eine multiplikative Beziehung der folgenden Art aufzustellen: Höhe 1 x Breite 1 = Höhe 2 x Breite 2. Diese Gleichsetzung von Unterschieden beinhaltet auch, daß sie einem gemeinsamen Maß, einer Einheit unterworfen werden. Die Aufteilung einer Menge in eine gleichbleibende Zahl von Einheiten markiert den Beginn der sog. extensiven Quantifikation. Diese wird auf der Stufe des operatorischen Denkens möglich.</p>

Weitere Literatur: BRAINERD [1], S. 172 ff. gibt einen Überblick über Replikationsstudien zu den in Versuch 7 und 8 behandelten Problemen.

Wortlaut des gesprochenen Kommentars

Eine der grundlegenden Operationen des konkreten Denkens nach JEAN PIAGET ist die sogenannte Seriation. Sie besteht darin, daß mehrere Gegenstände in eine lineare Ordnung gebracht werden. Dabei müssen die Kinder die unterschiedlichen Ausprägungen einer bestimmten Dimension des zu ordnenden Materials berücksichtigen; wie hier z.B. die Größe von Gegenständen. Das Kind kann die Puppen der Größe nach richtig in eine Reihe bringen. Auch hier wird zunächst nur die Seriation, allerdings an einem anderen Material verlangt.

Dann aber muß das Kind erkennen, daß die von ihm hergestellten Reihen gleichviel Elemente enthalten, muß eine schrittweise Eins-zu-Eins-Zuordnung vornehmen. Hier handelt es sich bereits um eine Vorstufe des Zahlbegriffs, auf den später noch eingegangen werden wird. Dies jüngere Kind kann zwar eine Reihe herstellen, versagt aber bei anderem Material und bei der Zuordnung. Eine weitere grundlegende Operation besteht darin, daß Gegenstände nach zwei Dimensionen geordnet werden. Die zwei zu berücksichtigenden Dimensionen sind hier: Länge und Durchmesser der Stäbe. Das Mädchen, das die eindimensionale Seriation korrekt durchführen konnte, scheitert an dieser komplexeren Aufgabe. Es befindet sich noch im Anfangsstadium des konkreten Denkens. Ebenfalls zu den grundlegenden Operationen gehört die Fähigkeit, Objekte aufgrund gemeinsamer Eigenschaften zu Gruppen zusammenzufassen, sie zu *klassifizieren*. Das Versuchsmaterial ist so gewählt, daß die einzelnen Klassen 'Vögel', 'Tiere die fliegen können' und 'Tiere' hierarchisch ineinandergeschachtelt sind. Erst dann, wenn das Kind solche hierarchischen Einschachtelungen bewältigt, wird die Operation des Klassifizierens vollständig beherrscht. Dies Kind kann die Tierbilder aufgrund selbstgewählter gemeinsamer Eigenschaften teilweise zu Gruppen zusammenfassen, scheitert aber am Problem der hierarchischen Einschachtelung. Auf diesen drei grundlegenden Operationen des konkreten Denkens, Seriation, zweidimensionale Anordnung und Klassifikation bauen die komplexeren Leistungen des konkreten Denkens auf. Eine dieser Leistungen ist der Erwerb des Zahlbegriffs, einer der elementaren Bestandteile dabei die Herstellung gleichmächtiger Mengen. Ein weiterer Bestandteil des Zahlbegriffs erfordert die Fähigkeit, eine Menge von Objekten in unterschiedlicher Weise additiv zusammensetzen zu können. Da dieses Kind schon die Operation des Klassifizierens als Voraussetzung für den Zahlbegriff nicht beherrschte, ist zu erwarten daß es bei der Bewältigung dieser Aufgabe, die über die Herstellung gleichmächtiger Mengen hinausgeht, Schwierigkeiten haben wird. Tatsächlich scheitert das Kind bei dieser Aufgabe. Weil es die genannten elementaren Operationen beherrscht, kann dies etwas ältere Kind die Aufgaben zum Zahlbegriff dagegen lösen. Das Mädchen bewältigt sogar die folgende Aufgabe, in der eine bestimmte Menge von Objekten in unterschiedlicher Weise multiplikativ zusammensetzen ist. Es liegen zunächst 12 Spielsteine zu Zweien vor sechs Tellern. Anschließend sollen die Steine auf 12 Teller verteilt werden. Das Kind muß erkennen, daß die Aufgabe durch die Verdoppelung der Tellerzahl gelöst wird. Dieser ältere Junge erfüllt einige elementare Anforderungen des konkreten Denkens ohne Schwierigkeiten, wie hier z.B. die der hierarchischen Einschachtelung von Objektklassen. Auch die vollständige zweidimensionale Anordnung von Objekten wird von ihm problemlos bewältigt.

Auch hier ermöglicht die Beherrschung der grundlegenden Operationen eine komplexere Leistung des konkreten Denkens.

Handelte es sich zuvor um die Beherrschung des Zahlbegriffs, muß nun die Invarianz bestimmter Objekteigenschaften erkannt werden.

In den folgenden zwei Versuchen geht es um die Einsicht, daß die *Stoffmenge* durch Verformung nicht verändert wird, also invariant bleibt.

Bei diesem und dem dann folgenden Versuch geht es um die Erkenntnis, daß das Volumen eines Körpers vom Durchmesser und von der Höhe der ihn aufnehmenden Behälter unabhängig ist. Das Volumen wird zunächst aus diskreten Elementen, aus deutlich unterscheidbaren Kugeln gebildet.

Hier wird die Volumeninvarianz dagegen an kontinuierlichem Material überprüft.

Im Gegensatz zur vorigen Versuchsperson kann dieses jüngere Mädchen die Invarianzaufgaben nur teilweise bewältigen.

Die Entwicklung dieser komplexeren Leistung des konkreten Denkens ist bei ihr noch nicht abgeschlossen.

Eine geringfügige Veränderung der Versuchsanordnung bei sonst gleichem Material überfordert das Kind.

Nach dieser Demonstration von Versuchen eine Zusammenfassung der Operationen, die das konkrete Denken kennzeichnet.

Die Operationen sind im wesentlichen:

Seriation von Objekten nach einer Dimension

Ordnung von Objekten nach zwei Dimensionen

Klassifizierung von Objekten und Erkennen hierarchischer Beziehungen zwischen Objektklassen.

Darauf bauen auf: Beherrschung des Zahlbegriffs/Invarianz von Stoffmenge und Volumen.

Diese Operationen bilden nach JEAN PIAGET eine zusammenhängende Struktur, von ihm als Stufe des konkret-operatorischen Denkens bezeichnet, im wesentlichen kennzeichnend für das Denken von Kindern im Alter von 7–12 Jahren.

Hieran an schließt die höchste Stufe der geistigen Entwicklung, die Stufe formalen Denkens.

Literatur

- [1] BRAINERD, C.J.: Piaget's theory of intelligence. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, 1978.
- [2] FLAVELL, J.H.: Kognitive Entwicklung. Stuttgart: Klett-Cotta, 1979.
- [3] FURTH, H.G.: Intelligenz und Erkennen. Die Grundlagen der genetischen Erkenntnistheorie Piagets. Frankfurt: Suhrkamp, 1972.
- [4] FUSON, K.C., and J.W. HALL: The acquisition of early number word meanings: a conceptual analysis and review. In H.P. Ginsburg (Ed.), The development of mathematical thinking. New York: Academic, 1983.
- [5] GINSBURG, H., u. S. OPPER: Piagets Theorie der geistigen Entwicklung (2. Aufl.). Stuttgart: Klett-Cotta, 1978.

- [6] PIAGET, J., u. B. INHELDER: Die Entwicklung der physikalischen Mengenbegriffe beim Kinde. Erhaltung und Atomismus. Stuttgart: Klett, 1969 (frz. 1942).
- [7] PIAGET, J., u. B. INHELDER: Die Entwicklung der elementaren logischen Strukturen, Teil I und II. Düsseldorf: Schwann, 1973 (frz. 1959).
- [8] PIAGET, J., u. B. INHELDER: Die Psychologie des Kindes. Frankfurt: Fischer, 1977 (frz. 1966).
- [9] PIAGET, J., u. A. SZEMINSKA: Die Entwicklung des Zahlbegriffs beim Kinde. Stuttgart: Klett, 1965 (frz. 1941).
- [10] RAUH, H.: Entwicklungspsychologische Analyse kognitiver Prozesse. Der Zahlbegriff bei 4- bis 7-jährigen Kindern. Weinheim: Beltz, 1972.
- [11] WETZEL, F.G.: Kognitive Psychologie. Eine Einführung in die Psychologie der kognitiven Strukturen von Jean Piaget. Weinheim: Beltz, 1980.
- [12] WINER, G.A.: Class-inclusion reasoning in children: a review of the empirical literature. Child Development 51 (1980), 309–328.

Filmveröffentlichungen

- [13] ESCALONA, S.K., and H.H. CORMAN: Scales of sensorimotor intelligence – 1. Object permanence. New York, 1970. Film W 1294 im Sonderarchiv des IWF, Göttingen.
- [14] ESCALONA, S.K., and H.H. CORMAN: Scales of sensorimotor intelligence – 2. Spatial relationships. New York, 1970. Film W 1295 im Sonderarchiv des IWF, Göttingen.
- [15] ESCALONA, S.K., and H.H. CORMAN: Scales of sensorimotor intelligence – 3. Causality. New York, 1970. Film W 1296 im Sonderarchiv des IWF, Göttingen.
- [16] HELLBÜRGE, Th.: Entwicklung des Greifens beim menschlichen Säugling Film D 1275 des IWF, Göttingen 1978. Publikation von A. BACKHUS, Publ. Wiss. Film., Sekt. Med., Ser. 6, Nr. 4/D 1275 (1984), 10 S.
- [17] KAGAN, J., and H. GARDNER: Development of the child – Cognition. New York, 1972. Film W 1263 des IWF, Göttingen.