



GEDÄCHTNISHEMMUNGEN, KOGNITIVER  
ENTWICKLUNGSSTAND UND LERNMATERIALvon Walter Hussy, Alexander von Eye  
und Joachim Funke

## 1. Problemstellung



Die vorliegende Studie schließt sich an eine Reihe von Untersuchungen an (HUSSY und VON EYE 1976a, 1976b; HUSSY 1978), die Lern- und Reproduktionshemmungen in Abhängigkeit von der Sinnhaftigkeit des Lernmaterials analysierten, um neue Impulse für die Weiterentwicklung von Lern- und Gedächtnistheorien sowie für die Curriculumentwicklung und Unterrichtsgestaltung zu gewinnen.



Diese Untersuchungen beschäftigten sich mit der retroaktiven Hemmung, einem Vorgang, bei welchem Speichervorgänge durch nachfolgendes Verhalten (meist Lernprozesse) gestört werden, und der ekphorischen Hemmung, bei welcher die Reproduktion von bereits gespeicherten Inhalten durch vorausgehendes Verhalten (ebenfalls meist Lern- oder Reproduktionsprozesse) behindert wird. Somit handelt es sich bei der retroaktiven Inhibition um eine Lernhemmung, während die ekphorische Inhibition den Gedächtnishemmungen zuzuordnen ist. In Übereinstimmung mit Befunden aus der Literatur zeigte sich (vergleiche HUSSY und VON EYE 1976a), daß die retroaktive Hemmung irreversibel ist, während die ekphorische Hemmung nach etwa 20 Minuten weitgehend abgeklungen ist. Der Ausprägungsgrad der retroaktiven Hemmung verringert sich ebenfalls innerhalb der ersten 20 Minuten, d. h. die irreversible Störung des Lernvorgangs ist am stärksten, wenn unmittelbar im Anschluß an den ersten (eigentlichen) Lernprozeß (z. B. nach einer Minute) ein zweiter (interferierender) Lernprozeß folgt, während ein interferierender Lernvorgang nach 20 Minuten zwar noch erkennbare, aber unbedeutende Lerndefizite nach sich zieht. Darüberhinaus verdeutlichten die Untersuchungen, daß mit steigender Sinnhaftigkeit des Materials dieser Effekt geringer wurde. Verwendet wurden eine Liste sinnfreier Silben, eine Liste mit Wörtern, die kategorisierbar waren und eine Liste mit gemischtem Material, das sich aus sinnvollen Silben, Zahlen und Wörtern zusammensetzte. Eine Modifikation in den Untersuchungen (HUSSY 1978) bestand darin, eine Annäherung an das schulische Lernmaterial dadurch herbeizuführen,

daß Satzlisten vorgegeben wurden, die einmal im Sinnzusammenhang miteinander standen (kontextuell sinnvolles Material) und einmal nicht (potentiell-kontextuell sinnvolles Material). Wie erwartet, verschwand in diesem Fall die retroaktive Hemmung. Die ekphorische Hemmung blieb zwar statistisch nachweisbar, der Ausprägungsgrad war jedoch im Vergleich zum weniger sinnvollen Material sehr gering.

Diese und weitere Ergebnisse konnten aus theoretischen Ansätzen insbesondere der Inhibitionstheorie der Interferenztheorie (vergleiche ADAMS 1967) und der Assimilationstheorie von AUSUBEL (1974) vorausgesagt werden. Versucht man jedoch diese Effekte für die Gestaltung von Schulunterricht zu berücksichtigen, so fehlen weitgehend theoretische Ansätze zur Hypothesenbegründung ebenso wie empirische Untersuchungen, die den kognitiven Entwicklungsstand der Schüler in die experimentelle Analyse einbeziehen. Deshalb soll in dieser Arbeit der Versuch unternommen werden, aus kognitiven Theorien des Problemlösens und der Entwicklung Hypothesen zur Wechselwirkung zwischen kognitivem Entwicklungsstand und den genannten Gedächtnishemmungen abzuleiten. Im Hinblick auf eine weitere Annäherung an schulisches Lernen soll auch die Art des Lernmaterials variiert werden und zwar geht neben potentiell sinnvollem Material (die obengenannte Wortliste) auch das potentiell-kontextuell sinnvolle Material in die Untersuchung ein. In der abschließenden Diskussion kommen vor allem die theoretischen und praktischen Implikationen der Ergebnisse zur Sprache.

## 2. Theoretischer Hintergrund, Methode und Hypothesen

In diesem Abschnitt sollen nach einer kurzen Darstellung der für diesen Zusammenhang wichtigsten Argumente kognitiver Theorien die experimentellen Variablen beschrieben und die Hypothesen abgeleitet werden.

### (a) Theoretischer Hintergrund

In verschiedenen neueren Modellen der Informationsverarbeitung bei Lern- und Problemlösungsprozessen (vergleiche LOMPSCHER 1972, DÖRNER 1976, HUSSY 1973, 1976, HUSSY und SCHELLER 1978) wird der menschliche "kognitive Apparat" in mehrere Teile gegliedert. In mehr oder weniger übereinstimmender Form sind dies die hierarchisch geordnete epistemische Struktur, in der die

Menge der individuellen Erfahrungen in systematischer Form gespeichert ist, die heuristische Struktur, in der das individuelle Handlungsrepertoire (Operatoren, Heurismen) in bezug auf die epistemische Struktur und weiterer zu verarbeitender Informationen zu finden ist sowie die evaluative Struktur, die vor allem bei Problemlösungsaktivitäten die Vergleiche zwischen Ist- und Sollwert vornimmt, d. h. die Distanz zwischen Problemlösezustand und Zielzustand mißt.

Lernen ist nun einem Ansatz von VON CUBE (1968) zufolge beschreibbar als ein Vorgang der Informationsreduktion (vergleiche hierzu und zum folgenden HUSSY 1973, ESSER, FRITZ und FUNKE 1977), da durch das Einprägen Redundanz geschaffen wird. Zusätzlich zu diesem Informationsreduktionsvorgang, der sich schwerpunktmäßig auf die epistemische Struktur bezieht, wird beim Problemlösen ein gegenläufiger, informationsgenerierender Prozeß postuliert, der dafür sorgt, daß problemrelevante, aber in Strukturen gebundene Informationen freigesetzt und somit verfügbar werden (veranschaulichen kann man sich diesen Vorgang am Beispiel der "funktionalen Gebundenheit"). Demgemäß wird Problemlösen beschreibbar als ein kontinuierlicher, phasenhafter Prozeß der Informationsreduzierung und -generierung, wobei die Operatoren aus der heuristischen Struktur diese Vorgänge auslösen, die Steuerung hinsichtlich der Phasenabfolge über die evaluative Struktur geleistet wird und die epistemische Struktur als eine von mehreren möglichen Informationsquellen fungiert. Ein Ziel der Arbeit wird es sein, die referierten Befunde zu den Gedächtnishemmungen auf dem Hintergrund dieser Vorstellungen zu beschreiben, differenzierende Hypothesen abzuleiten und zu überprüfen.

Einen differenzierenden Aspekt gewinnt man aus der Annahme, daß die Fähigkeiten zu einer Koordination der genannten kognitiven Aktivitäten nicht "naturegegeben" sind, sondern entwicklungsbedingten Veränderungen unterliegen. PIAGET (1966<sup>2</sup>, vergleiche MONTADA 1970) hat in seiner bekannten Beschreibung kognitiver Entwicklung (die hier jedoch nicht wiederholt werden soll) mit den Termini der Akkomodation und Assimilation Verhaltensaspekte beschrieben, die unseres Erachtens auf die obengenannten Vorstellungen projiziert werden können. So ist die Assimilation als Anwendung kognitiver Schemata auch als Informationsreduktionsprozeß identifizierbar und die Akkomodation, die unter anderem aus dem In-Fluß-Kommen des kognitiven Gleichgewichts resultiert (vergleiche die evaluative Struktur), als Zusammen-

spiel informationsgenerierender und -reduzierender Bemühungen des Individuums um eine erfolgreiche Auseinandersetzung mit der Umwelt. Während diese beiden Begriffe eher der allgemeinen Informationsverarbeitung zuzuordnen sind, bezieht sich PIAGETs Phasenabfolge auf den Entwicklungsaspekt der Kognition. Mit ihr kann man postulieren, daß eine stete Fortentwicklung der drei Substrukturen bsw. im Sinne einer Ausdifferenzierung des Begriffsinventars der epistemischen Komponente, einer Anreicherung der heuristischen Komponente mit neuen Operatoren oder einer Verfeinerung der Vergleichs- und Bewertungsmechanismen in der evaluativen Komponente erfolgt.

Mit dem entsprechenden Entwicklungsstand in den Substrukturen werden jene Informationsverarbeitungsvorgänge möglich, die PIAGET mit Begriffen wie 'Phase der konkreten Operationen' oder 'Phase der formalen Operationen' zeitlich fixiert. Neben der "Ausdifferenzierung, Anreicherung und Verfeinerung" der Subsysteme muß auch ihre sich gleichzeitig vollziehende Integration postuliert werden. Diese Annahme erscheint insofern notwendig, als nachgewiesen wurde, daß das Einwirken von Operatoren auf die epistemische Struktur bei Problemlösungsprozessen eine Veränderung der epistemischen Struktur mit sich bringt, die einer Eingliederung der jeweils problemrelevanten Operatoren in die epistemische Struktur entspricht (HUSSY und SCHELLER 1978).

Auf dem Hintergrund einer solchermaßen differenzierten Betrachtungsweise kognitiver Entwicklung soll nun - wie bereits erwähnt - versucht werden, Hypothesen abzuleiten, die den Effekt der Lernhemmungen in Relation zu variierendem Lernmaterial und variierendem kognitivem Entwicklungsstand zum Gegenstand haben. Zuvor soll jedoch der experimentelle Untersuchungsplan erläutert werden, um eine präzise und verständliche Hypothesenformulierung zu gewährleisten.

(b) Methode

(1) Experimenteller Aufbau: Der Aufbau des Experiments entspricht hinsichtlich der retroaktiven und ekphorischen Hemmung aus Gründen der direkten Vergleichbarkeit exakt den eingangs zitierten Untersuchungen von HUSSY und VON EYE (1976a und 1978b) und HUSSY (1978). Tabelle 1 veranschaulicht den experimentellen Plan. Betrachten wir nur die erste Zeile der 10-jährigen Pbn, dann erkennt man, daß das ursprüngliche Material

Alter (Faktor B)	Material (Faktor C)	Phase 1	Phase 2 (Faktor A)	Phase 3 (Faktor D)
10jährige	potentiell-sinnvoll	DUM <sub>1/2</sub> DUM <sub>1/2</sub> DUM <sub>1/2</sub> DUM <sub>1/2</sub> DUM <sub>1/2</sub> DUM <sub>1/2</sub> DUM <sub>1/2</sub> DUM <sub>1/2</sub>	1-DIM <sub>1/2</sub> DIM <sub>1/2</sub> DIM <sub>1/2</sub> DIM <sub>1/2</sub> DIM <sub>1/2</sub> DIM <sub>1/2</sub> DIM <sub>1/2</sub> DIM <sub>1/2</sub>	1-RUM <sub>5</sub> -RUM <sub>5</sub> -RUM <sub>5</sub> -RUM <sub>5</sub> -RUM <sub>5</sub> -RUM <sub>5</sub> -RUM <sub>5</sub> -RUM <sub>5</sub>
		DUM <sub>1/2</sub> DUM <sub>1/2</sub> DUM <sub>1/2</sub> DUM <sub>1/2</sub> DUM <sub>1/2</sub> DUM <sub>1/2</sub> DUM <sub>1/2</sub> DUM <sub>1/2</sub>	5-DIM <sub>1/2</sub> DIM <sub>1/2</sub> DIM <sub>1/2</sub> DIM <sub>1/2</sub> DIM <sub>1/2</sub> DIM <sub>1/2</sub> DIM <sub>1/2</sub> DIM <sub>1/2</sub>	1-RUM <sub>5</sub> -RUM <sub>5</sub> -RUM <sub>5</sub> -RUM <sub>5</sub> -RUM <sub>5</sub> -RUM <sub>5</sub> -RUM <sub>5</sub> -RUM <sub>5</sub>
		DUM <sub>1/2</sub> DUM <sub>1/2</sub> DUM <sub>1/2</sub> DUM <sub>1/2</sub> DUM <sub>1/2</sub> DUM <sub>1/2</sub> DUM <sub>1/2</sub> DUM <sub>1/2</sub>	10-DIM <sub>1/2</sub> DIM <sub>1/2</sub> DIM <sub>1/2</sub> DIM <sub>1/2</sub> DIM <sub>1/2</sub> DIM <sub>1/2</sub> DIM <sub>1/2</sub> DIM <sub>1/2</sub>	1-RUM <sub>5</sub> -RUM <sub>5</sub> -RUM <sub>5</sub> -RUM <sub>5</sub> -RUM <sub>5</sub> -RUM <sub>5</sub> -RUM <sub>5</sub> -RUM <sub>5</sub>
		DUM <sub>1/2</sub> DUM <sub>1/2</sub> DUM <sub>1/2</sub> DUM <sub>1/2</sub> DUM <sub>1/2</sub> DUM <sub>1/2</sub> DUM <sub>1/2</sub> DUM <sub>1/2</sub>	20-DIM <sub>1/2</sub> DIM <sub>1/2</sub> DIM <sub>1/2</sub> DIM <sub>1/2</sub> DIM <sub>1/2</sub> DIM <sub>1/2</sub> DIM <sub>1/2</sub> DIM <sub>1/2</sub>	1-RUM <sub>5</sub> -RUM <sub>5</sub> -RUM <sub>5</sub> -RUM <sub>5</sub> -RUM <sub>5</sub> -RUM <sub>5</sub> -RUM <sub>5</sub> -RUM <sub>5</sub>
		DUM <sub>1/2</sub> DUM <sub>1/2</sub> DUM <sub>1/2</sub> DUM <sub>1/2</sub> DUM <sub>1/2</sub> DUM <sub>1/2</sub> DUM <sub>1/2</sub> DUM <sub>1/2</sub>	20	1-RUM <sub>5</sub> -RUM <sub>5</sub> -RUM <sub>5</sub> -RUM <sub>5</sub> -RUM <sub>5</sub> -RUM <sub>5</sub> -RUM <sub>5</sub> -RUM <sub>5</sub>
15jährige	potentiell-kontextuell-sinnvoll	"	"	"
		"	"	"
		"	"	"
19jährige	potentiell-kontextuell-sinnvoll	"	"	"
		"	"	"
		"	"	"

1/2 = Länge der Pause in Minuten (hier 30 Sekunden)  
 DIM = Darbietung des interferierenden Materials  
 DUM = Darbietung des ursprünglichen Lernmaterials  
 RUM = Reproduktion des ursprünglichen Lernmaterials  
 RIM = Reproduktion des interferierenden Materials

Tab. 1: Aufbau und Ablauf des Experiments

(DUM) viermal im Abstand von jeweils einer halben Minute (über Tonband) dargeboten wurde. Nach einer weiteren Pause von einer halben Minute wird dieses Material erstmals schriftlich reproduziert (RUM), ohne daß auf die Reihenfolge geachtet werden muß (freie Reproduktion). Das interferierende Material, das die retroaktive Hemmung hervorrufen soll, wird daraufhin nach einer Pause von einer Minute erstmals dargeboten (DIM). Die zweite Darbietung folgt wieder nach einer Pause von einer halben Minute. Die Reproduktion des interferierenden Materials (RIM), die ebenfalls schriftlich und frei erfolgt, schließt sich daran nach einer weiteren Pause von einer halben Minute an. Damit ist die interferierende Phase abgeschlossen und es folgt die eigentliche Reproduktion des ursprünglich gelernten Materials (RUM). Zur Erfassung der ekphorischen Hemmung geschieht dieses dreimal mit Pausen von einer, fünf und fünfzehn Minuten.

Eine Variation im Versuchsplan ist dadurch gegeben, daß die interferierende Phase (Phase 2) nicht eine Minute nach Phase 1 beginnt, sondern erst nach fünf, zehn oder zwanzig Minuten. Eine Kontrollgruppe erhält kein interferierendes Material, sondern hat nur eine Pause von zwanzig Minuten.

Eine weitere Variation besteht nun darin, daß die 10jährigen Pbn nicht nur potentiell sinnvolles Material erhalten, sondern in einem zweiten Experiment potentiell-kontextuell sinnvolles Material zu lernen haben; der Versuchsablauf entspricht aber ansonsten exakt dem bereits beschriebenen Vorgehen.

Schließlich nehmen zwei weitere Vpn-Gruppen, nämlich 15- und 19jährige Schüler am Experiment teil; der Aufbau und Ablauf des Experiments ist für diese Pbn ebenfalls unverändert.

2. Faktorielle Struktur: Damit erhalten wir im Sinne eines varianzanalytischen Versuchsplans vier Faktoren:

FAKTOR A: Retroaktive Hemmung. Sie wird, wie bereits angedeutet, dadurch realisiert, daß der interferierende Lernprozeß nach unterschiedlich langen Pausen (1, 5, 10, 20 Minuten sowie Kontrollgruppe) dem ursprünglichen Lernprozeß folgt.

FAKTOR B: Alter (10, 15, 19 Jahre). Er repräsentiert die bereits erwähnten drei unterschiedlichen Altersgruppen von durchschnittlich 10, 15 und 19 Jahren. Sie wurden gewählt, um einerseits die nach PIAGET kritische Phase zwischen 11 und 13 Jah-

ren (Übergang von den konkreten zu den formalen Denkopoperationen) erfassen zu können und um andererseits Überlegungen und Befunden gerecht zu werden, die eine Entwicklung über das 15te Lebensalter hinaus nahelegen (z. B. PEEL 1969).

FAKTOR C: Sinnhaftigkeit des Lernmaterials (Wortliste, Satzliste). Er bezieht sich auf die beiden unterschiedlich sinnvollen Lernmaterialien, die mit AUSUBEL (1974) als potentiell sinnvoll bzw. potentiell-kontextuell sinnvoll bezeichnet werden können. Das potentiell sinnvolle Material bestand aus der genannten Liste von 40 zweisilbigen Hauptwörtern, von denen fünf jeweils einer von acht Kategorien zuzuordnen waren (genauer siehe HUSSY 1973). Das potentiell-kontextuell sinnvolle Material bestand aus acht Sätzen mit jeweils zwischen 8 und 11 Silben. Diese Sätze standen miteinander nicht im Sinnzusammenhang (genauer siehe HUSSY 1978). Bei der viermaligen Darbietung dieser Listen wurde jeweils eine neue, per Zufall bestimmte Abfolge (der Wörter bzw. der Sätze) gewählt.

FAKTOR D: Ekphorische Hemmung. Er enthält die drei unterschiedlichen Pausenlängen zwischen dem Lern- und Reproduktionsprozeß zur experimentellen Erfassung der ekphorischen Hemmung. Die erste Reproduktion erfolgte eine Minute nach Abschluß des interferierenden Lernprozesses, die zweite nach weiteren fünf Minuten und die dritte nach nochmals fünfzehn Minuten (genauer bei HUSSY und von EYE 1976a).

3. Abhängige Variable und Kovariate: Als abhängige Variable wird die Behaltensleistung in Phase 3 (vergleiche Tab. 1) herangezogen. Da in der Satzliste auch einsilbige Wörter enthalten sind, dient als exaktes Maß die Anzahl der korrekt behaltenen Silben. Somit erhalten wir für jede Vpn sechs Werte, die in die Analyse eingehen: drei Werte ergeben sich aus den drei Reproduktionszeitpunkten in Phase 3 (Faktor D) und da jede Vp das Experiment zweimal durchläuft (zwei Materialarten), erhöht sich die Anzahl der Meßwerte hinsichtlich der abhängigen Variablen auf sechs. Bei der Beschreibung des varianzanalytischen Auswertungsplans wird darauf noch genauer eingegangen.

Nun erscheint es denkbar, daß die abhängige Variable nicht allein in Abhängigkeit von den experimentellen Faktoren variiert, sondern auch durch andere Variablen mitbestimmt wird, die in den einzelnen Gruppen unterschiedliche Ausprägungsgrade besitzen. So erscheint es denkbar, daß die Abstraktionsfähigkeit im

Sinne eines Operators aus der heuristischen Struktur Einfluß auf die Behaltensleistung nimmt (z. B. Wortklassen auffinden), wobei 19jährige eine höhere Abstraktionsfähigkeit besitzen als 10jährige. Deshalb wird dieser Effekt dadurch kontrolliert, daß Abstraktionsfähigkeit als Kovariat in die Varianzanalyse eingeht. Gleiches gilt für die Fähigkeit zur mechanischen Speicherung (Auswendiglernen). Beide Variablen werden also mitkontrolliert, so daß die Ergebnisse einer solchen Analyse (Kovarianzanalyse) die bereinigten Effekte der experimentellen Faktoren abbilden, d. h. die Ergebnisse sind nicht mehr durch die Kovariate mitdeterminiert. Gemessen wurde die Abstraktionsfähigkeit mittels einer zusammengesetzten Skala "Gemeinsamkeiten finden" aus dem HAWIK und HAWIE (WECHSLER 1956) mit dem erreichten Punktwert als Operationalisierung und die mechanische Speicherungsfähigkeit über die Behaltensleistung für das interferierende Material (vergleiche Tab. 1, Phase 2, RIM), das bezüglich seiner Zusammensetzung dem eingangs zitierten "gemischten Material" entsprach.

4. Versuchspersonenstichprobe: Insgesamt nahmen 116 Pbn an der Untersuchung teil. Davon entfielen 43 auf die 10jährigen, 40 auf die 15jährigen und 33 auf die 19jährigen Schüler. Jede Altersgruppe entstammte einem Jahrgang einer Schule, jeweils etwa zu gleichen Anteilen waren Schüler beider Geschlechter vertreten.

#### (c) Hypothesen

Nach der Diskussion der empirischen Befunde, der theoretischen Annahmen und des experimentellen Designs sollen nun Hypothesen abgeleitet und begründet werden.

(1) Im Unterschied zu den Ergebnissen von HUSSY und VON EYE (1976a, 1976b) wird vorausgesagt, daß bei den 15- und 19jährigen Pbn keine retroaktive Hemmung auftritt, da das Material sinnhafter ist und HUSSY (1978) bei streng vergleichbaren experimentellen Bedingungen ein Ausbleiben der retroaktiven Hemmung berichtete. Die Ursache dafür wird in der relativ differenzierten epistemischen Struktur gesehen, die es den 15- und 19jährigen erlaubt, die Lerninhalte unmittelbar mit den vorhandenen Strukturen zu verknüpfen, wodurch der Lernprozeß weniger stör anfällig wird.

(2) Dagegen wird die Wirksamkeit der retroaktiven Hemmung für 10jährige vorhergesagt, da das Lernmaterial für diese Gruppe eine geringere Sinnhaftigkeit aufweist als für ältere Vpn. Erklärbar ist diese Hypothese mit einer weniger differenzierten epistemischen Struktur der 10jährigen, wodurch die Integrierbarkeit der Lerninhalte aufgrund ihrer reduzierten Verständlichkeit erschwert wird und Raum für Störprozesse bleibt.

(3) Es wird eine Behaltensleistungssteigerung der 15- und 19jährigen gegenüber den 10jährigen postuliert, dagegen nicht für die 19jährigen gegenüber den 15jährigen. Den Hintergrund dieser Hypothese liefert die Annahme von PIAGET, daß mit etwa 12 Jahren der Übergang zum formal-logischen Denken abläuft und die Einübung dieser Fähigkeiten mit dem 15ten bis 16ten Lebensjahr abgeschlossen ist. Es kann deshalb angenommen werden, daß die durch Abstraktion in ihrem Informationsgehalt reduzierten Lerninhalte 19jährigen Vpn gegenüber 15jährigen Vpn keine Vorteile bezüglich der Behaltensleistung bieten.

(4) Aufgrund der hierarchischen Gliederung der epistemischen Struktur und wegen der Möglichkeit, unterschiedlich wirksame Operatoren aus der heuristischen Struktur einzusetzen, wird vorausgesagt, daß das potentiell-kontextuell sinnvolle Material (Sätze, die nicht in einem Sinnzusammenhang stehen) besser behalten wird, als das potentiell sinnvolle Material (klassifizierbare Wortliste). Anders formuliert bedeutet dieses, daß z. B. syntaktische Rekonstruktionsprinzipien, die bei der Satzliste verwendbar sind, die Informationen stärker reduzieren als Abstraktionsvorgänge in Kombination mit der Wortliste, so daß eine höhere Behaltensleistung für die Satzliste erschlossen werden kann.

(5) Es besteht keine Wechselwirkung zwischen Alter und Material, d. h. der in Hypothese 3 postulierte Verlauf gilt in gleicher Weise für beide Materialarten, da mit PIAGET angenommen werden kann, daß die angesprochenen hauptsächlich Informationsreduktionsmechanismen - Abstraktionsfähigkeit und syntaktische Rekonstruktionsprinzipien - sich parallel entwickeln.

(6) Bei dem im Vergleich zur Untersuchung von HUSSY und VON EYE (1976a) relativ hohen Grad der Sinnhaftigkeit des Lernmaterials wird angenommen, daß keine ekphorische Hemmung zu beobachten ist. Dies wird zurückgeführt auf die differentielle Wirksamkeit der jeweils eingesetzten Operatoren: der Operator

mechanische Speicherung für sinnfreies Material ist weniger effektiv als der hier bei sinnvollem Material z. B. einzusetzende Operator Abstraktionsfähigkeit, der im Unterschied zur reinen Speicherung zu einer Integration des Lernmaterials in bereits vorfindliche Strukturen führt.

(7) Es wird vorhergesagt, daß die Abstraktionsfähigkeit der Pbn mit dem kognitiven Entwicklungsstand variiert, d.h. die Leistungsunterschiede zwischen den 10jährigen auf der einen Seite und den 15- bzw. 19jährigen auf der anderen Seite sind durch deren unterschiedliche Abstraktionsfähigkeit mitbedingt.

(8) Es wird antizipiert, daß auch die Behaltensleistung für das interferierende Material mit dem kognitiven Entwicklungsstand variiert, d.h. die Leistungsunterschiede zwischen den 10jährigen bzw. den 15- und 19jährigen Pbn sind durch deren unterschiedliche Leistungsfähigkeit für mit dem interferierenden Material vergleichbare Lerninhalte mitbedingt. Dabei könnte es sich um einen Operator "mechanische Speicherungsfähigkeit" handeln, der ebenfalls mit 15 Jahren einen Entwicklungsabschluß findet.

(9) Da es sich bei den Operatoren "Abstraktionsfähigkeit" und "mechanische Speicherungsfähigkeit" um prinzipiell unterschiedliche Mechanismen handelt, ist zu erwarten, daß sie unterschiedliche Anteile des Leistungsunterschieds mitdeterminieren, d.h. daß sich ihre Effekte summieren.

### 3. Datenanalyse

#### (a) Verfahren

Die Auswertung der Daten erfolgte mit Hilfe einer SPF 53.23 Varianzanalyse (KIRK 1968, S.311) für ungleiche Zellhäufigkeiten. Das bedeutet, daß wir es mit einer vierfaktoriellen Varianzanalyse zu tun haben, wobei Faktor A (retroaktive Hemmung) 5 Faktorstufen besitzt (= vier unterschiedliche Pausenlängen zwischen Phase 1 und Phase 2 sowie Kontrollgruppe), Faktor B (Alter) 3 Faktoren (= drei Altersgruppen), Faktor C (Material) 2 Faktorstufen (= zwei Materialarten) und Faktor D (ekphorische Hemmung) 3 Faktorstufen (= drei unterschiedliche Reproduktionszeitpunkte) aufweisen. Der Punkt in der Kennzeichnung des Plans (SPF 53.23) besagt, daß die Faktoren C und D Meßwiederholung beinhalten, d.h. alle Vpn durchlaufen die Stufen der Faktoren C und D, während für die Stufen der Fakto-

Kombinationen der Faktorstufen der Faktoren A (retroaktive Hemmung) und B (Alter)	Kombinationen der Faktorstufen der Faktoren C (Material) und D (ekphorische Hemmung)					
	C <sub>1</sub> D <sub>1</sub>	C <sub>1</sub> D <sub>2</sub>	C <sub>1</sub> D <sub>3</sub>	C <sub>2</sub> D <sub>1</sub>	C <sub>2</sub> D <sub>2</sub>	C <sub>2</sub> D <sub>3</sub>
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	VG <sub>1</sub>	VG <sub>1</sub>	VG <sub>1</sub>	VG <sub>1</sub>	VG <sub>1</sub>	VG <sub>1</sub>
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	VG <sub>2</sub>	VG <sub>2</sub>	VG <sub>2</sub>	VG <sub>2</sub>	VG <sub>2</sub>	VG <sub>2</sub>
A <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	VG <sub>3</sub>	VG <sub>3</sub>	VG <sub>3</sub>	VG <sub>3</sub>	VG <sub>3</sub>	VG <sub>3</sub>
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	VG <sub>4</sub>	VG <sub>4</sub>	VG <sub>4</sub>	VG <sub>4</sub>	VG <sub>4</sub>	VG <sub>4</sub>
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	VG <sub>5</sub>	VG <sub>5</sub>	VG <sub>5</sub>	VG <sub>5</sub>	VG <sub>5</sub>	VG <sub>5</sub>
A <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	VG <sub>6</sub>	VG <sub>6</sub>	VG <sub>6</sub>	VG <sub>6</sub>	VG <sub>6</sub>	VG <sub>6</sub>
A <sub>3</sub> B <sub>1</sub>	VG <sub>7</sub>	VG <sub>7</sub>	VG <sub>7</sub>	VG <sub>7</sub>	VG <sub>7</sub>	VG <sub>7</sub>
A <sub>3</sub> B <sub>2</sub>	VG <sub>8</sub>	VG <sub>8</sub>	VG <sub>8</sub>	VG <sub>8</sub>	VG <sub>8</sub>	VG <sub>8</sub>
A <sub>3</sub> B <sub>3</sub>	VG <sub>9</sub>	VG <sub>9</sub>	VG <sub>9</sub>	VG <sub>9</sub>	VG <sub>9</sub>	VG <sub>9</sub>
A <sub>4</sub> B <sub>1</sub>	VG <sub>10</sub>	VG <sub>10</sub>	VG <sub>10</sub>	VG <sub>10</sub>	VG <sub>10</sub>	VG <sub>10</sub>
A <sub>4</sub> B <sub>2</sub>	VG <sub>11</sub>	VG <sub>11</sub>	VG <sub>11</sub>	VG <sub>11</sub>	VG <sub>11</sub>	VG <sub>11</sub>
A <sub>4</sub> B <sub>3</sub>	VG <sub>12</sub>	VG <sub>12</sub>	VG <sub>12</sub>	VG <sub>12</sub>	VG <sub>12</sub>	VG <sub>12</sub>
A <sub>5</sub> B <sub>1</sub>	VG <sub>13</sub>	VG <sub>13</sub>	VG <sub>13</sub>	VG <sub>13</sub>	VG <sub>13</sub>	VG <sub>13</sub>
A <sub>5</sub> B <sub>2</sub>	VG <sub>14</sub>	VG <sub>14</sub>	VG <sub>14</sub>	VG <sub>14</sub>	VG <sub>14</sub>	VG <sub>14</sub>
A <sub>5</sub> B <sub>3</sub>	VG <sub>15</sub>	VG <sub>15</sub>	VG <sub>15</sub>	VG <sub>15</sub>	VG <sub>15</sub>	VG <sub>15</sub>

Tab. 2: Veranschaulichung des vierfaktoriellen split-plot-designs (SPF 53.23-Varianzanalyse) unter Hervorhebung der Plazierung der einzelnen Versuchspersonengruppen (VG)

ren A und B jeweils andere Gruppen eingesetzt werden. Tab. 2 verdeutlicht diesen Sachverhalt, der auch schon im Zusammenhang mit der abhängigen Variablen (Abschnitt (Abschnitt 2 (b) 2) diskutiert wurde. Es wird ersichtlich, daß für jede Kombination der Faktorstufen der Faktoren A und B (insgesamt 15) eine gesonderte Gruppe von Versuchspersonen (VG) eingesetzt wurde (ohne Meßwiederholung), während jede Kombination der Faktorstufen der Faktoren C und D (insgesamt 6) von jeder VG - und somit natürlich auch von jeder Vp - durchlaufen werden mußte (mit Meßwiederholung). Auf diese Weise erklärt sich das Zustandekommen von sechs Meßwerten pro Pb.

Die ebenfalls berechneten Kovarianzanalysen folgten streng diesem Auswertungsplan. Wurde nur ein Kovariat kontrolliert, dann handelte es sich um eine einfache, vierfaktorielle Kovarianzanalyse, wurden beide Kovariate gleichzeitig berücksichtigt, so wurde eine multiple Kovarianzanalyse gerechnet.

#### (b) Ergebnisse

Die Ergebnisse der beschriebenen SPF 53.23 Varianzanalyse sind in Tab. 3 zusammengefaßt. Es zeigt sich, daß Faktor A das 5%-Signifikanzniveau erreicht, d.h. daß eine retroaktive Hemmung überzufällig nachgewiesen werden konnte. Um diese Aussage auf die Hypothesen 1 und 2 beziehen zu können, wurde der Altersfaktor aufgelöst und getrennt für jede der drei Altersstufen eine Varianzanalyse mit den Faktoren Retroaktive Hemmung, Material und Ekphorische Hemmung (SPF 5.23 Varianzanalyse) gerechnet. Dabei zeigte sich, daß die Hypothesen 1 und 2 voll bestätigt werden konnten, d.h. bei 10jährigen war eine retroaktive Hemmung beobachtbar ( $p < 0.05$ ), während diese bei 15- und 19jährigen nicht mehr auftrat.

Auch Hypothese 3 ist über Tab. 3 nachprüfbar. Dabei zeigt sich, daß die Stufen des Faktors B (Alter) signifikante Mittelwertunterschiede aufweisen. Einzelvergleiche nach dem von KRAMER (1956) erweiterten DUNCAN-Test, die in Tab. 4 wiedergegeben sind, zeigen jedoch nicht nur die erwarteten Unterschiede zwischen 10- und 15jährigen bzw. zwischen 10- und 19jährigen Pbn, sondern entgegen den Annahmen auch zwischen 15- und 19jährigen Pbn. Abb. 1 veranschaulicht den Haupteffekt B.

Auch Hypothese 4 kann mit den Ergebnissen der in Tab. 3 dargestellten Varianzanalyse beurteilt werden. Wie erwartet wird

Quelle	FG	MQS	F	$\omega^2$
<u>Zwischen Vpn</u>				
A (Zeitpunkt der Interferenz)	4	1297,56	2,64*	0,01
B (Alter)	2	68826,87	140,06**	0,44
A x B	8	689,31	1,40	
Vpn (innerhalb)	101	491,42		
<u>Innerhalb Vpn</u>				
C (Material)	1	81281,76	507,99**	0,26
C x A	4	89,08	0,56	
C x B	2	903,56	5,65**	0,01
C x A x B	8	169,79	1,06	
C x Vpn	101	160,00		
D (Zeitpunkt der Reproduktion)	2	612,75	37,49**	0,01
D x A	8	13,38	0,82	
D x B	4	15,44	0,94	
D x A x B	16	30,76	1,88*	0,00
D x Vpn	202	16,34		
C x D	2	155,06	10,80**	0,00
C x D x A	8	39,03	2,72**	0,00
C x D x B	4	24,43	1,70	
C x D x A x B	16	34,15	2,38**	0,00
C x D x Vpn	202	14,35		

\*  $p \leq 0,05$     \*\*  $p \leq 0,01$

Tab. 3: Ergebnisse der SPF 53.23 Varianzanalyse

Abb. 1: Darstellung des Haupteffekts B und seiner Veränderungen bei getrennter und gemeinsamer Berücksichtigung der Kovariate "Abstraktionsfähigkeit (AF)" und "mechanische Speicherrfähigkeit (RIM)"

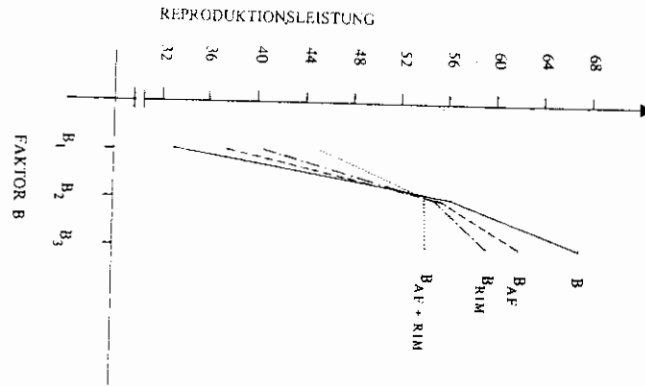
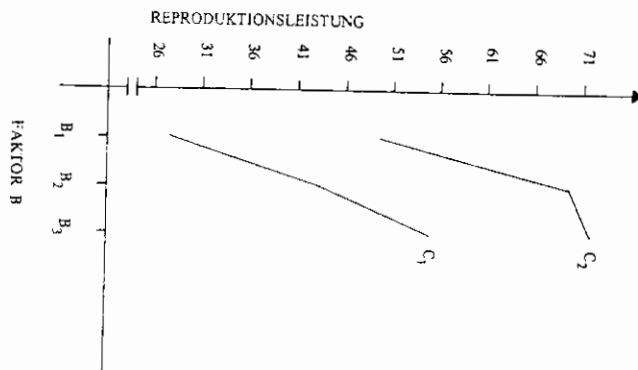


Abb. 2: Darstellung der Interaktion Alter (B) x Material (C)



das potentiell-kontextuell sinnvolle Material besser behalten als das potentiell sinnvolle Material ( $\bar{C}_1 = 39.64$ ;  $\bar{C}_2 = 61.74$ ;  $p < 0.01$ ).

Entgegen der Hypothese 5 zeigte sich eine signifikante Wechselwirkung zwischen Alter und Material ( $B \times C$ ,  $p \leq 0.01$ ) (siehe Tab. 3). Abbildung 2 veranschaulicht diese Interaktion. Die Einzelvergleiche erbrachten signifikante Leistungssteigerungen von  $B_1C_1$  nach  $B_2C_1$  und von  $B_2C_1$  nach  $B_3C_1$ . Für die Satzliste ( $C_2$ ) war demgegenüber nur der Anstieg von  $B_1C_2$  nach  $B_2C_2$  überzufällig, während der Unterschied zwischen  $B_2C_2$  und  $B_3C_2$  das Signifikanzniveau ( $p \leq 0.05$ ) nicht erreichte.

Auch Hypothese 6 fand keine Bestätigung. Entgegen den Vorhersagen erbringt die Varianzanalyse (Tab. 3) einen signifikanten Haupteffekt D (ekphorische Hemmung,  $p \leq 0.01$ ). Allerdings zeigt  $\omega^2$ , welches - abgesehen von der statistischen Überzufälligkeit - die Bedeutsamkeit des Effekts hinsichtlich des durch ihn aufgeklärten Varianzanteils bezogen auf die Gesamtvarianz erfaßt, daß durch die ekphorische Hemmung nur noch 1% der Gesamtvarianz abgedeckt wird, während  $\omega^2$  bei der Untersuchung von HUSSY und VON EYE (1976a) noch 10% erbrachte.

Die Analyse der Hypothesen 7, 8 und 9 erfolgt mit den oben beschriebenen einfachen und multiplen Kovarianzanalysen, deren Ergebnisse in Tab. 5 zusammengefaßt sind. Zusammen mit den korrespondierenden Einzelvergleichen aus Tab. 4 und den entsprechenden Anteilen der Abb. 1 ergibt sich, daß die Bedeutsamkeit  $\omega^2$  des Faktors B (Alter) sowohl mit der getrennten als auch mit der gemeinsamen Einbeziehung der Kovariate stark abnimmt. Das bedeutet, daß ein Teil der Unterschiede zwischen den Stufen des Faktors B auf die Kovariate "Abstraktionsfähigkeit" und "mechanische Speicherrfähigkeit" zurückzuführen sind und bei Eliminierung dieser Einflußgrößen das Alter der Vpn nur noch mit geringen Leistungsunterschieden verbunden ist. Zu Hypothese 3 kann an dieser Stelle angefügt werden, daß die erwartungswidrig beobachteten Unterschiede zwischen den 15- und 19jährigen Pbn bei einzelner oder besonders bei gleichzeitiger Berücksichtigung der Kovariate völlig verschwinden. Der Summationseffekt der Hypothese 9 läßt sich sowohl mittels der Ergebnisse der Kovarianzanalysen ( $\omega^2$ , Tab. 5), als auch mittels der Einzelvergleiche (Rückgang der Differenzen zwischen  $B_2 - B_1$  und  $B_3 - B_1$  vom 1%- auf das 5%-Signifikanzniveau (Tab. 4)) demonstrieren.



Quelle	AF			RIM			AF + RIM		
	FG	MQS	F	FG	MQS	F	FG	MQS	F
Zwischen Vpn	4	1519,05	4,31**	4	1221,70	2,64*	4	1240,75	3,87**
A (Zeitpunkt der Interferenz)	2	8599,20	24,43**	2	10003,80	21,60**	2	2053,46	6,40**
B (Alter)	8	459,51	1,30	8	790,90	1,71	8	502,57	
Vpn (innerhalb)	001	352,02		100	663,11		99	320,80	
Innerhalb Vpn	vgl. SPF 53.23 Varianzanalyse (Tabelle 3)								

\* p ≤ 0,05    \*\* p ≤ 0,01

Tab. 5: Ergebnisse dreier Kovarianzanalysen mit dem SPF 53.23 Design und Abstraktionsfähigkeit (AF), Behaltensleistung für das interferierende Material (RIM) sowie AF + RIM als Kovariate

Kein Kovariat	Abstraktionsfähigkeit			Behaltensleistung für das interferierende Material			AF + RIM			
	B <sub>3</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>1</sub>	
B <sub>3</sub> = 67,03	—	*	**	B <sub>3</sub> = 61,93	—	**	B <sub>3</sub> = 59,35	—	**	B <sub>3</sub> = 54,17
B <sub>2</sub> = 56,21	—	—	**	B <sub>2</sub> = 55,57	—	**	B <sub>2</sub> = 54,94	—	**	B <sub>2</sub> = 54,13
B <sub>1</sub> = 33,02	—	—	—	B <sub>1</sub> = 37,59	—	—	B <sub>1</sub> = 40,54	—	—	B <sub>1</sub> = 45,22

\* p ≤ 0,05    \*\* p ≤ 0,01

Tab. 4: Einzelvergleiche der drei Stufen des Faktors B (Alter), wobei Abstraktionsfähigkeit (AF), Behaltensleistung für das interferierende Material (RIM) sowie AF zusammen mit RIM als Kovariate Berücksichtigung finden

## 4. Diskussion

Faßt man diese Ergebnisse zusammen, so ergibt sich folgendes Gesamtbild:

- (a) Die retroaktive Hemmung ist bei 10jährigen beobachtbar, nicht jedoch bei 15- und 19jährigen.
- (b) Es bestehen Unterschiede in der Behaltensleistung zwischen allen drei Altersstufen, d.h. die 10jährigen behalten am wenigsten, die 19jährigen am meisten und die 15jährigen rangieren dazwischen.
- (c) Potentiell-kontextuell sinnvolles Material (Satzliste) wird besser behalten als potentiell sinvolles Material (Wortliste).
- (d) Die Unterschiede in den Behaltensleistungen zwischen potentiell sinnvollem und potentiell-kontextuell sinnvollem Material variieren mit den Altersgruppen.
- (e) Die ekphorische Hemmung bleibt beobachtbar, verliert jedoch hinsichtlich ihrer Bedeutsamkeit ( $\omega^2$ ) an Einfluß.
- (f) Die beobachteten Unterschiede in den Behaltensleistungen bezogen auf die drei Altersgruppen verringern sich, wenn man den Einfluß der Kovariate Abstraktionsfähigkeit und mechanische Speicherfähigkeit eliminiert. Dabei zeigt sich, daß der Einfluß der beiden Kovariate unabhängig voneinander ist, d.h. daß sich ihre Effekte summieren.
- (g) Die beobachteten Unterschiede in den Behaltensleistungen zwischen 15- und 19jährigen verschwinden völlig, wenn man die Kovariate berücksichtigt.

Diese Ergebnisse sollen nun auf dem Hintergrund der vorangestellten Theorien und spezifischer Inhaltsbereiche diskutiert werden.

## (a) Allgemeinspsychologische Implikationen

Der Wegfall der retroaktiven Hemmung für 15- und 19jährige Pbn bei relativ sinnvollem Material bestätigt die Annahme zur Organisationsform der epistemischen Struktur hinsichtlich der Binnen- und Außenintegration ihrer begrifflichen Elemente. Man kann da-

von ausgehen, daß mit steigender Ausdifferenzierung der epistemischen Struktur vom 10ten bis zum 15ten bzw. 19ten Lebensjahr die Einlagerung von sinnvollem Material, sei sie nun gedacht als Integration, Assimilation (AUSUBEL 1974) oder Aneignung (PIAGET 1966), erleichtert wird. Die 10jährigen Pbn haben es - umgekehrt ausgedrückt - mit ihrer vergleichsweise weniger differenzierten epistemischen Struktur beim gleichen Text mit weniger sinnvollem Lernmaterial zu tun, wodurch der Lernprozeß erschwert (im Sinne von verzögert) und dadurch stör anfälliger wird und es folglich zu retroaktiven Hemmeffekten kommen kann. Dieser Befund steht im Einklang mit Ergebnissen von HUSSY und VON EYE (1976a, 1976b), wonach bei 18-26jährigen Pbn die retroaktive Hemmung beobachtbar ist, wenn nur wenig strukturierbares Lernmaterial (z. B. sinnfreie Silben) vorgegeben wird. Er bestätigt darüberhinaus das Ergebnis von HUSSY (1978), wonach bei 18-20jährigen Pbn sich für potentiell, potentiell-kontextuell und kontextuell sinnvolles Material keine retroaktive Hemmung ergeben hatte.

Auf derselben Argumentationsgrundlage ist der Befund zu behandeln, daß 15- bzw. 19jährigen Pbn mehr behalten und reproduzieren als 10jährige Pbn. Auch der Leistungsvorteil aller Gruppen bei potentiell-kontextuell sinnvollem Material gegenüber potentiell sinnvollem Material fügt sich in dieses Bild.

Dagegen ergeben sich Schwierigkeiten bei der Interpretation der beobachteten ekphorischen Hemmung. Es war davon ausgegangen worden, daß mit dem Vorliegen sinnvollen Materials eine Blockierung der Reproduktion insofern nicht möglich sein dürfte, als die Inhalte weniger reproduziert denn rekonstruiert werden, da sie mittels Operatoren in die epistemische Struktur integriert und auch wieder in Erinnerung gerufen werden. Der Befund, daß eine ekphorische Hemmung vorliegt, widerspricht diesen Implikationen jedoch dann nicht, wenn man berücksichtigt, daß ihre Bedeutsamkeit verschwindend gering ist, daß sie im Vergleich zu sinnfreiem Material entscheidend gesunken ist (vergleiche HUSSY und VON EYE 1976a) und daß zum sinnvollen Material z. B. im Sinne des schulischen Alltags noch ein Schritt fehlt, nämlich der Gesamtkontext.

Daneben erhebt sich die Frage nach der Beteiligung unterschiedlicher Speichereinheiten - etwa des sensorischen Informationsspeichers (SIS), des Kurzzeitspeichers (KZS) oder des Langzeitgedächtnisses (LZS) (KLIX 1977) - an dem vorliegenden Lernprozeß.

Es kann angenommen werden, daß die Störanfälligkeit mit der Zeitdauer sinkt, die benötigt wird, um SIS und KZS zu durchlaufen. Für sinnvolles Material kann diese direkte Aufnahme ins LZG postuliert werden. Umgekehrt ist es denkbar, daß auch bei der Rekonstruktion von Informationen z. B. der KZS zur Zwischenspeicherung von Inhalten benötigt und dadurch Raum für ekphorische Inhibitionsprozesse geschaffen wird.

Die Vermutung, daß mit zunehmender Sinnhaftigkeit des Lernmaterials Lernprozesse stärker in die Nähe von Problemlöseprozessen rücken, erfährt eine Bestätigung. Neben dem bereits von EBBINGHAUS (1902) untersuchten, klassischen Lernvorgang des mechanischen Speicherns (Auswendiglernen) hat auch die in Zusammenhang mit komplexen kognitiven Prozessen analysierte Abstraktionsfähigkeit ihre Bedeutung für die Erklärung der beobachteten Behaltens- und Reproduktionsleistungen. Daß es sich dabei um zwei grundsätzlich unterschiedliche, voneinander unabhängig wirksam werdende Mechanismen handelt, die das fragliche Verhalten mitbedingen, zeigt sich in dem nachgewiesenen Summationseffekt. Zusammenfassend kann daher festgestellt werden, daß für das zur Ableitung der Hypothesen zugrunde gelegte Modell menschlicher Informationsverarbeitung, welches bisher in erster Linie im Bereich des Problemlösens überprüft wurde (HUSSY und SCHELLER 1978), die heuristische, prädiktive und explanatorische Brauchbarkeit auch im Bereich des menschlichen Lernens nachgewiesen werden konnte.

#### (a) Entwicklungspsychologische Implikation

Darüber hinaus erlauben die empirischen Befunde einige weiterführende Überlegungen. Geleitet von den Vorstellungen zur kognitiven Entwicklung von PIAGET (1966) war angenommen worden, daß kein Leistungsunterschied zwischen 15- und 19jährigen Pbn auftreten wird. Die in der vorliegenden Untersuchung beobachteten Leistungsunterschiede stehen in Einklang mit Untersuchungen von PEEL (1969), wonach Denkprozesse eines Individuums zwischen 10 und 20 Jahren einer Entwicklung unterliegen, die mit dem Übergang von "describer" zu "explainer" bezeichnet wird. Bezieht man weitere Analysen ein, die von Veränderungen von Lern- und Denkprozessen über 16 Jahre hinaus berichten (TERMAN und MERRILL 1960, ANANJEW und STEPANOWA 1977, Kap. 6 und 7, GUILFORD 1977), so erscheint es plausibel, anzunehmen, daß eine Weiterentwicklung der heuristischen und epistemischen Struktur über das kritische Alter von 15 - 16 Jahren statt-

findet, die ihren Niederschlag auch in kognitiven Leistungen findet, wie sie in der vorliegenden Untersuchung gefordert wurden. Noch exakter kann formuliert werden, daß eine Entwicklung der Operatoren "Abstraktionsfähigkeit" und "mechanische Speichermöglichkeit" zwischen 15 und 19 Jahren zu beobachten ist, die die fraglichen Differenzen völlig determiniert.

Daraus ergibt sich, daß die Behaltensleistungssteigerung nicht allein durch getrennte Fortentwicklung von Gedächtnisstrukturen und Heurismen erklärbar ist, sondern daß auch eine kontinuierliche Optimierung im Zusammenspiel zwischen den drei künstlich getrennten Teilstrukturen angenommen werden muß. Diese Folgerung stimmt mit dem Befund überein, daß Abstraktionsfähigkeit und mechanische Speichermöglichkeit nur einen Teil der Unterschiede zwischen 10- und 15jährigen Pbn erklären können. Zwar wurden die Differenzen geringer, aber es bleiben überzufällige Leistungsunterschiede bestehen. Weiteren Untersuchungen bleibt es vorbehalten zu klären, ob kognitive Komplexitätsmaße (vergleiche HUSSY 1977, HUBER und MANDL 1978) als Operationalisierungen von Teilen der epistemischen Struktur die verbliebene Varianz abdecken können.

Im Gegensatz zu den bisher diskutierten Befunden deutet die Wechselwirkung zwischen Alter und Material darauf hin, daß bei der Satzliste Operatoren wirksam sind, die offensichtlich schon mit 15 Jahren einen fast vollständigen Entwicklungsabschluß gefunden haben. Unabhängig von den jeweils zugrunde gelegten Vorstellungen zum Textlernen (z. B. 'finite state Hypothese', 'Phasenstrukturhypothese', 'Konstruktionshypothese', vergleiche BREDENKAMP und WIPPICH 1977, Kap. 5) legen die Ergebnisse die Folgerung nahe, daß die Behaltens- und Reproduktionsvorteile, die aus der syntaktischen Struktur von Sätzen zu ziehen sind, mit 15 Jahren weitgehend wahrgenommen werden können. Die verbleibenden, im vorliegenden Experiment geringfügigen Leistungsunterschiede mögen dabei auf die ungleiche Ausdifferenzierung der epistemischen Struktur zurückzuführen sein. Diese Interpretation würde mit neueren Einsichten übereinstimmen, wonach die semantische Basis auch beim Satz- und Textlernen die syntaktische Basis in den Hintergrund drängt.

#### (c) Implikationen für die Pädagogische Psychologie

Für die Unterrichtsgestaltung kann festgehalten werden, daß die verwendeten Lernmaterialien Bezug nehmen müssen auf

die kognitive Organisation der jeweiligen Ziel- (Alters-)Gruppen. Es handelt sich hierbei um die Frage des entwicklungs-gemäßen Unterrichts (z. B. WEINERT 1977), wobei Operationalisierungen der kognitiven Komplexität (HUSSY 1977, HUBER und MANDL 1978) als Maße für die epistemische Struktur einen Beitrag zum Problem der Bestimmung des kognitiven Entwicklungsstandes liefern könnten. Sie hätten den Vorteil, daß sie bisher getrennt herangezogene Kriterien wie Lebensalter, Intelligenzalter, spezielle Vorkenntnisse oder Entwicklungsstadien (vergleiche WEINERT 1977) integrativ erfassen und Vorstellungen zu phasenspezifischen Entwicklungsfortschritten überwinden helfen würden.

Mehr im Sinne des Modells von CASE (1974) wären die Operatoren der heuristischen Struktur jene Einheiten, die durch den Lehrer zu vermitteln und zu fördern wären, um den individuellen Unterschieden in der Informationsverarbeitungskapazität gerecht zu werden. Es liegen bereits eine Reihe von Befunden vor (z. B. PUTZ-OSTERLOH 1974, LOMPSCHER 1975), wonach ein gezieltes Training solcher spezieller Operatoren bzw. Operationen zu einer intellektuellen Leistungssteigerung führen kann.

Für die Curriculumentwicklung kann aus der vorliegenden Studie abgeleitet werden, daß Unterrichtsinhalte auch bei älteren Schülern auf altersspezifische Organisationsformen der kognitiven Struktur stoßen, die bei der Abfolge der Lerninhalte Berücksichtigung finden müssen. Der Zusammenhang zwischen objektiver Umweltstruktur und subjektiver kognitiver Struktur kann entwicklungsmäßig als wachsender Isomorphismus zwischen beiden Aspekten verstanden werden (vergleiche OERTER 1977). Dies bedeutet konkret, daß sich Curriculumgestaltung auf die alltäglichen Erfahrungen des Schülers bzw. deren Verlaufsbedingungen stützen sollte.

Für den Bereich der schulischen Lern- und Leistungsstörungen (TIEDEMANN 1977) kann das kognitionspsychologische Modell Erklärungsmöglichkeiten und Interventionsziele liefern, die von einem gestörten Informationseinlagerungs- und -reproduktionsprozeß ausgehen. Diese Störungen ließen sich an den drei Strukturanteilen der kognitiven Organisation bzw. an deren Wechselwirkung feststellen. Daraus kann dann ein spezifisches Interventionsprogramm, z. B. ein Training der evaluativen Struktur bei Vorliegen von unreflektierten Aufgabenlösungen (vergleiche WIEDL 1978), abgeleitet werden. Genauere Un-

tersuchungen zu diesem Bereich stehen allerdings noch nicht zur Verfügung.

Abschließend kann generell festgestellt werden, daß die Erkenntnis der Annäherung der Lernprozesse an Problemlösungsvorgänge im schulischen Kontext Eingang finden muß in Fragestellungen der Pädagogik und Psychologie, um einseitige Orientierungen zu vermeiden. Die Taxonomie von GAGNÉ (1973<sup>3</sup>) mit ihrer differenzierten Betrachtungsweise fundamentaler Lernprozesse im Vergleich zu den wenig aufgegliederten komplexen kognitiven Prozessen könnte man als Beispiel für die Überbetonung eines - zweifellos ebenfalls wichtigen - Aspekts schulischen Lernens heranziehen.

#### 5. Zusammenfassung

Ausgehend von einem kognitionspsychologischen Modell der Informationsverarbeitung beim Problemlösen werden Hypothesen zu Gedächtnishemmungen in Abhängigkeit von Alter der Vpn sowie von der Sinnhaftigkeit des Lernmaterials experimentell überprüft. Die Ergebnisse zeigen, daß retroaktive und ekphorische Hemmung an Bedeutung verlieren, wenn das Lernmaterial in bestehende kognitive Strukturen eingebettet werden kann und daß zwischen 10 und 20 Jahren eine Weiterentwicklung der kognitiven Funktionen und Strukturen stattfindet. Die Diskussion bezieht sich auf die allgemein-, entwicklungs- und pädagogisch-psychologischen Implikationen der Befunde.

#### Summary

A model of problem solving as information processing gives the background for several hypotheses, concerning memory inhibitions depending from the age of the Ss and the meaningfulness of the learning material. The results show a sharp decrease in the significance of retroactive and ekphorical inhibition with the possibility of integrating the learning material into existing cognitive structures and that there is a further development of cognitive functions and structures between 10 and 20 years. The implication of the results are discussed for general, developmental and educational psychology.

## Literaturangaben

- J. A. ADAMS: Human memory. New York: McGraw-Hill, 1967.
- B. G. ANANJEW und J. I. STEPANOWA (eds.): Die Entwicklung der psychologischen Funktionen bei jüngeren Erwachsenen. Berlin: Deutscher Verlag der Wissenschaften, 1977.
- D. P. AUSUBEL: Psychologie des Unterrichts. Weinheim: Beltz, 1974, Band 1.
- J. BREDEKAMP und W. WIPPICH: Lern- und Gedächtnispsychologie. Stuttgart: Kohlhammer, 1977, Band 2.
- R. CASE: Structures and strictures: some functional limitation on the course of cognitive growth. In: Cognitive Psychology 6 (1974), S. 554-573.
- D. DÖRNER: Problemlösen als Informationsverarbeitung. Stuttgart: Kohlhammer, 1976.
- H. EBBINGHAUS: Grundzüge der Psychologie. Leipzig: Veith, 1902, Band 1.
- H. ESSER, A. FRITZ und J. FUNKE: Einige neuere Ansätze zum Problembereich kognitiver Strukturen: Darstellung, Vergleich und Bewertung. Trier: Universität Trier - FB I - (unveröffentlichte Projektarbeit), 1977.
- R. M. GAGNÉ: Bedingungen des menschlichen Lernens. Hannover: Schroedel, 1973<sup>3</sup>.
- J. P. GUILFORD: Development of intelligence: a multivariate view. In: I. Č. UŽGIRIS und F. WEIZMANN (Eds.): The structuring of experience. New York: Plenum, 1977.
- G. L. HUBER und H. MANDL: Differenziertheit und Integriertheit des Konstrukts der kognitiven Komplexität. Zum Problem der Operationalisierung des Konstrukts. In: H. MANDL und G. L. HUBER (Eds.): Kognitive Komplexität. Göttingen: Hogrefe, 1978.
- W. HUSSY: Informationsverarbeitung als reduzierender und generierender Prozeß. Untersuchungen zu einem Modell der Verarbeitung von stochastisch-ergodischen Zeichenfolgen. Trier: Universität Trier - FB I - (Dissertation), 1973.
- W. HUSSY: Menschliche Informationsverarbeitung im Bereich des Lernens und Problemlösens. Empirische Beiträge zu einem Modell kognitiver Strukturiertheit. In: Trierer Psychologische Berichte 3 (1976) 3.
- W. HUSSY: Ein Beitrag zur Operationalisierung und Quantifizierung kognitiver Komplexität. In: Archiv für Psychologie 129 (1977), S. 288-301.
- W. HUSSY: Lern- und Gedächtnishemmungen in Abhängigkeit von der Sinnhaftigkeit des Lernmaterials. In: Psychologische Beiträge 21 (1979).
- W. HUSSY und R. SCHELLER: Ein Modell zur Erklärung menschlichen Problemlösens. Empirische Befunde - Forschungsdefizite - heuristischer Wert. In: Zeitschrift für Experimentelle und Angewandte Psychologie 25 (1978), S. 95-112.

- W. HUSSY und A. VON EYE: Zur theoretischen und experimentellen Analyse der retroaktiven und ekphorischen Hemmung. In: Zeitschrift für Experimentelle und Angewandte Psychologie 23 (1976a), S. 441-465.
- W. HUSSY und A. VON EYE: Der Einfluß des Zeitpunkts des Lernens und der Qualität von interferierendem Material sowie des Reproduktionszeitpunkts auf die Ausprägung der ekphorischen und retroaktiven Hemmung. In: Psychologische Beiträge 18 (1976b), S. 491-504.
- R. E. KIRK: Experimental design: procedures for the behavioral sciences. Belmont, Cal.: Brooks and Cole, 1968.
- F. KLIX: Strukturelle und funktionelle Komponenten des Gedächtnisses. In: F. KLIX und H. SYDOW (Eds.): Zur Psychologie des Gedächtnisses. Berlin: Deutscher Verlag der Wissenschaften, 1977.
- C. J. KRAMER: Extension of multiple range test to group means with unequal numbers of replications. In: Biometrics 12 (1956), S. 307-310.
- J. LOMPSCHER (Ed.): Theoretische und experimentelle Untersuchungen zur Entwicklung geistiger Fähigkeiten. Berlin: Volk und Wissen, 1975.
- L. MONTADA: Die Lernpsychologie JEAN PIAGETS. Stuttgart: Klett, 1970.
- R. OERTER: The influence of environmental structure on cognitive development during adolescence. Theoretical model and empirical testing. Unveröffentlichtes Manuskript, 1977.
- E. A. PEEL: Intellectual growth during adolescence. In: R. E. GRINDER (Ed.): Studies in adolescence. London: Macmillan, 1969.
- J. PIAGET: Psychologie der Intelligenz. Zürich: Rascher, 1966<sup>2</sup>.
- W. PUTZ-OSTERLOH: Über die Effektivität von Problemlösungstraining. In: Zeitschrift für Psychologie 182 (1974), S. 253-276.
- L. M. TERMAN und M. A. MERRILL: Measuring intelligence. Boston: Houghton Mifflin, 1960.
- J. TIEDEMANN: Leistungsversagen in der Schule. München: Goldmann, 1977.
- F. VON CUBE: Kybernetische Grundlagen des Lernens und Lehrens. Stuttgart: Klett, 1968.
- D. WECHSLER: Die Messung der Intelligenz Erwachsener. Stuttgart: Huber, 1956.
- F. E. WEINERT: Entwicklungsgemäßer Unterricht. Probleme der Anpassung des Unterrichts an den kognitiven Entwicklungsstand der Schüler. In: Unterrichtswissenschaft (1977) 1, S. 1-13.
- K. H. WIEDL: Die situative Modifikation kognitiv impulsiven Verhaltens im Intelligenztest. Trier: Universität Trier - FB I - (unveröffentlichtes Manuskript), 1978.