

Zum Einfluß von Expertise auf Gedächtnisleistungen sowie deren Selbsteinschätzung bei Kindern und Erwachsenen

Klaus Opwis¹, Andreas Gold², Hans Gruber³ und Wolfgang Schneider³

Psychologisches Institut der Universität Freiburg¹,
Institut für Pädagogische Psychologie der Universität Frankfurt/Main²
und Max-Planck-Institut für Psychologische Forschung³

Junge und erwachsene Schachexperten und -novizen wurden bezüglich ihrer Behaltensleistungen für kurzzeitig dargebotene Schachstellungen und für Anordnungen geometrischer Körper miteinander verglichen. Die Ergebnisse zeigen eine differenzierte Wirksamkeit von Expertise in Abhängigkeit von der Vertrautheit mit dem zu lernenden Material und von der Art der Aufgabenstellung. Je vorwissensbezogener das zu lernende Material ist, desto deutlicher ist der Einfluß von Expertise auf Gedächtnisleistungen nachweisbar. Dies gilt in gleicher Weise für unmittelbare wie für längerfristige Behaltensleistungen und für den Lernfortschritt. Im Unterschied dazu zeigt sich weder bei der Vorhersage eigener künftiger noch bei der Bewertung erbrachter Gedächtnisleistungen ein systematischer Einfluß von Expertise.

In der entwicklungspsychologischen Gedächtnisforschung werden drei wesentliche Determinanten für die im Verlauf der Kindheit beobachtbaren Leistungsverbesserungen angenommen: Die zunehmende Verfügbarkeit und Automatisierung von geeigneten Memorierungsstrategien, der ständig anwachsende Umfang bereichsspezifischen Vorwissens und die erfahrungsbasierte Verbesserung der Überwachungs- und Regulationsaktivitäten, die häufig auch unter Begriffen wie Metagedächtnis oder metakognitives Wissen subsumiert werden (vgl. Flavell, 1985; Siegler, 1986; Schneider & Pressley, 1989). In neuerer Zeit finden sich vermehrt Untersuchungen, in denen die besondere Bedeutung bereichsspezifischen Vorwissens für kognitive Leistungen nachgewiesen wurde. Besonders eindrucksvoll fallen dabei die Befunde solcher Untersuchungen aus, denen das Experten-Novizen-Paradigma zugrundeliegt. Expertise im Sinne eines durch mehrjähriges Training in einem bestimmten Bereich erworbenen speziellen Wissens und Könnens geht mit erheblich verbesserten Gedächtnis- und Problemlöseleistungen einher. Dies gilt für erfahrene Physiker (Chi, Feltovich & Glaser, 1981; Chi, Glaser

& Rees, 1982), Mediziner (Groen & Patel, 1988) oder Schachmeister (DeGroot, 1965; Chase & Simon, 1973) ebenso wie für Programmierfertigkeiten (McKeithen, Reitman, Rueter & Hirtle, 1981; Soloway, Adelson & Ehrlich, 1988) oder praktische Fertigkeiten, wie sie etwa der Beruf eines Restaurantkellners erfordert (Ericsson & Polson, 1988). Während die Mehrzahl dieser Studien allgemeinpsychologisch orientiert ist und mit Erwachsenenstichproben arbeitet, liegen inzwischen auch einige anhand des Experten-Novizen-Paradigmas durchgeführte entwicklungspsychologische Studien vor, insbesondere für den Bereich des Lernens von Texten (Körkel, 1987; Recht & Leslie, 1988; Schneider, Körkel & Weinert, 1989). Auch hier konnte der nachhaltige positive Effekt bereichsspezifischen Vorwissens auf Gedächtnis- und Verständnisleistungen nachgewiesen werden.

Ausgangspunkt der zuletzt genannten Untersuchungen war eine vielzitierte Studie von Chi (1978), in der gezeigt wurde, daß Kinder mit guten Schachkenntnissen bei schachbezogenen Gedächtnisaufgaben bessere Leistungen erzielten als Erwachsene ohne entsprechende Expertise. Der Einfluß bereichsspezifischen Vorwissens scheint so groß zu sein, daß sogar der übliche Alterstrend umkehrbar wird.

Obwohl seit der Veröffentlichung der Arbeit von Chi inzwischen mehr als zehn Jahre vergangen sind, hat es bisher keinen Versuch gegeben, die Ergebnisse der Studie zu replizieren. Dies erstaunt zum einen deshalb, weil die Ergebnisse der Studie von Chi einen großen Einfluß auf die entwicklungspsychologische Gedächtnisforschung ausgeübt haben, zum anderen aber auch, weil die Studie methodische Schwächen aufweist, die die Interpretierbarkeit ihrer Befunde beeinträchtigen.

Dies veranlaßte uns, eine sorgfältige Replikation und Erweiterung der Chi-Studie durchzuführen. Zunächst soll jedoch die Untersuchung von Chi kurz zusammengefaßt werden.

Aufbau und Ergebnisse der Studie von Chi (1978). Versuchspersonen waren sechs Kinder mit guten Schachkenntnissen ("... solicited from a local chess tournament."; p. 81) mit einem Durchschnittsalter von 10;6 Jahren sowie sechs Erwachsene mit wenig Schacherfahrung ("All could play chess to some degree."; p. 81). Die Experimentalaufgabe bestand in der Reproduktion von Schachstellungen. Dazu wurden den Probanden insgesamt vier sinnvolle Mittelspielstellungen mit durchschnittlich 22 Schachfiguren für zehn Sekunden präsentiert. In der unmittelbaren Behaltensprüfung wurde die Reproduktionsleistung nach der ersten Vorgabe erhoben. Indikator des wiederholten Lernfortschritts war die Anzahl von Durchgängen, die bis zur vollständigen Reproduktion der Schachstellung benötigt wurde. Als Kontrollaufgabe diente eine Gedächtnisspannenaufgabe mit einfachem Zahlenmaterial. Darüber hinaus wurde der Einfluß von Expertise auf die Angemessenheit der Selbsteinschätzung künftiger Gedächtnisleistungen untersucht. Die Versuchspersonen mußten vor der Bearbeitung von

Experimental- und Kontrollaufgabe eine Vorhersage bezüglich ihrer eigenen Behaltensleistung abgeben. Diese wurde zu den tatsächlich erzielten Leistungen in Beziehung gesetzt.

Die relative Schachexpertise der Kinder wurde insbesondere durch ihren geringeren Zeitbedarf bei der Bewältigung einer modifizierten Form der sog. Knight's Tour belegt (Radojic, 1971; Chase & Simon, 1973). Dabei hat der Springer eine bestimmte Sequenz auf dem Brett zu durchlaufen.

Die Ergebnisse zeigten für die Kontrollaufgabe zur Zahlenspanne den entwicklungspsychologisch erwarteten Effekt: Die Erwachsenen waren den Kindern überlegen. Der auftretende Mittelwertunterschied (7.8 vs. 6.1 Zahlen) erwies sich jedoch statistisch als nicht bedeutsam. Bei beiden schachbezogenen Reproduktionsleistungen zeigten sich — in Umkehrung des üblichen Entwicklungstrends — die jungen Schachexperten den erwachsenen Schachnovizen überlegen. Die Kinder reproduzierten im ersten Durchgang mehr Figuren korrekt (9.3 vs. 5.9), und sie benötigten weniger Durchgänge, um die Stellung vollständig zu rekonstruieren (5.6 vs. 8.4). Hinsichtlich der Güte der Prognosegenauigkeit zeigten sich entgegen den Erwartungen keinerlei bedeutsame Unterschiede zwischen den Gruppen.

Eine modifizierte und erweiterte Replikation der Chi-Studie ist nach unserer Auffassung aus mehreren Gründen als lohnend anzusehen:

(1) Der Versuchsplan der Chi-Studie war als konfundierter Extremgruppenversuch angelegt: Kinderexperten wurden erwachsenen Novizen gegenübergestellt. Die Prüfung der Vorwissenshypothese bei gleichzeitiger Kontrolle einer möglicherweise alterskorrelierten Veränderung der Gedächtniskapazität erfordert dagegen einen vollständigen 2x2-Versuchsplan mit den Faktoren Vorwissen (Novizen vs. Experten) und Alter (Kinder vs. Erwachsene).

(2) Als Kontrollaufgabe und zur Demonstration alterstypischer Entwicklungsunterschiede wurde in der Chi-Studie die Gedächtnisspanne für Zahlen verwendet. Dabei bleibt unklar, inwieweit die Überlegenheit der Erwachsenen auf der größeren Vertrautheit mit dem Material und einer damit einhergehenden leichteren Benenn- und Enkodierbarkeit, im Einsatz angemessenerer Memorierungsstrategien oder auf einer unterschiedlichen Gedächtniskapazität beruht. Daher wurden zusätzliche Kontrollaufgaben eingesetzt, die den Vorwissensfaktor in abgestufter Weise variieren und ein mit der Experimentalaufgabe strukturell vergleichbares Reizmaterial verwenden. Es handelt sich um eine sinnfreie Schachstellung und um Anordnungen geometrischer Körper.

(3) Die bei Chi vorgenommene unmittelbare Behaltensprüfung operationalisiert jenen Bereich intentionalen Lernens, der durch kurzzeitig an das Gedächtnis gestellte Anforderungen ausgelöst wird. Die Erweiterung des Geltungsbereichs

der Vorwissenshypothese auf Aspekte des längerfristigen Behaltens ist nahelegend. Daher wurde auch die verzögerte längerfristige Behaltensleistung systematisch erfaßt.

(4) Um den Einfluß von Expertise auf die Selbsteinschätzung eigener Leistungen differenziert analysieren zu können, wurden die Vorhersage der Quantität künftiger eigener Gedächtnisleistungen und die nachträgliche Bewertung der Qualität erbrachter Behaltensleistungen als Indikatoren für das Metagedächtnis verwendet.

Aus den bisherigen Ausführungen ergeben sich für die Replikationsstudie die folgenden, teilweise über die in der Chi-Studie aufgestellten Hypothesen hinausgehenden allgemeinen Fragestellungen:

(F1) Ist der Einfluß von Expertise auf die Gedächtnisleistungen so groß, daß sich der übliche Alterstrend umkehren läßt?

Wir erwarten entsprechend dem Hauptbefund von Chi, daß sich Kinderexperten bei der Rekonstruktion sinnvoller Schachstellungen erwachsenen Novizen als überlegen erweisen.

(F2) Lassen sich die für das intentionale Lernen erwarteten Effekte auf die verzögerte längerfristige Behaltensleistung verallgemeinern?

Wir erwarten deutlich bessere längerfristige Behaltensleistungen der Experten gegenüber den Novizen.

(F3) Ist der Einfluß von Expertise und/oder Alter auf die Gedächtnisleistungen bei den verschiedenen Kontrollaufgaben nachweisbar?

Wir erwarten hier ein differenziertes Ergebnismuster: Bei der Gedächtnisspanne für Zahlen bestätigt sich der übliche entwicklungspsychologische Alterstrend. Bei der Reproduktion sinnfreier Schachstellungen bewirkt die Verwendung eines für die Experten vertrauten Reizmaterials ihre Überlegenheit, allerdings auf einem gegenüber ihren Leistungen bei den sinnvollen Schachstellungen deutlich herabgesetzten generellen Niveau. Bei der Reproduktion geometrischer Figuren führt die Verwendung eines für alle Probanden in der gleichen Weise unvertrauten Reizmaterials dazu, daß keine Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen auftreten.

(F4) Kann ein Einfluß von Expertise auf die Vorhersage der künftigen bzw. die Bewertung der erbrachten Gedächtnisleistungen nachgewiesen werden?

Wir erwarten, daß die Metagedächtnisindikatoren für die Experten bei den sinnvollen Schachstellungen besser ausfallen als für die Novizen, während sich bei den Kontrollaufgaben keine Unterschiede ergeben.

Methode

Versuchspersonen. 40 Schulkinder und 40 Erwachsene nahmen an der Untersuchung teil. Die Kinder waren im Schnitt 11 Jahre und 9 Monate alt (Altersbereich: 10;0—13;4), die Erwachsenen durchschnittlich 26;8 Jahre. Alle Kinder waren männlichen Geschlechts; bei den Erwachsenen war das Geschlechterverhältnis in etwa ausgeglichen (22 Männer, 18 Frauen). Die Erwachsenenstichprobe rekrutierte sich zum überwiegenden Teil aus Mitarbeitern und Studenten einer Universität, die Kinderstichprobe wurde über Kontakte zu Schachvereinen sowie mit Hilfe von Zeitungsanzeigen gewonnen.

Expertise. Expertise und somit schachspezifisches Vorwissen wurde anhand untersuchungsexterner Indikatoren definiert. Zur Gruppe der Kinderexperten wurden diejenigen Kinder gezählt, die aktiv in einem Schachverein spielen. In der Gruppe der Kindernovizen befinden sich Kinder, die nicht Mitglied eines Schachvereins sind und nur wenig Schachspielerfahrung aufweisen. Als erwachsene Experten werden neben einigen Vereinsmitgliedern auch jene Probanden mit zehn oder mehr Jahren aktiver Schachspielerfahrung bezeichnet. Für die erwachsenen Novizen gilt, daß sie bei Kenntnis der Spielregeln weniger als fünf Jahre Spielerfahrung besitzen. Jede der vier Versuchsgruppen umfaßte $n = 20$ ProbandInnen. Zur Validierung dieser Aufteilung wurde ihre Leistung bei Absolvierung der Knight's Tour festgestellt.

Material. Die Erfassung der Gedächtnisleistungen umfaßte zwei sinnvolle Mittelspielstellungen als Experimentalaufgabe sowie eine zufällige Schachstellung und zwei Stellungen mit Klötzchenkonfigurationen auf einem schachbrettähnlichem Untergrund als Kontrollaufgaben. Es waren jeweils Anordnungen von insgesamt 22 Figuren zu reproduzieren. Als sinnvolle Schachstellungen wurden übliche Mittelspielsituationen mit denselben Figuren ausgewählt (für Weiß und Schwarz jeweils der König, die Dame, beide Türme, ein Läufer und sechs Bauern). Die sinnfreie Stellung wurde durch zufällige Verteilung derselben Figuren (es wurde nur der Läufer durch einen Springer ersetzt) über das Schachbrett erzeugt, wobei eine Stellung resultierte, die nicht nur unwahrscheinlich, sondern aufgrund der Schachregeln unmöglich ist. Der Aufbau von Klötzchenkonfigurationen wurde durch eine Versuchsordnung von Kearins (1981) angeregt. Analog zu den bei den Schachstellungen verwendeten sechs Figuren wurden je 16 gelbe und blaue Klötzchen als sechs unterschiedliche geometrische Körper angefertigt (pro Farbe eine Kugel, ein Kegel, zwei Quader, zwei Zylinder, zwei Prismen und acht Würfel). Je 22 Klötzchen wurden als eine Art von Landschaftskonfiguration felderbezogen auf einem parkettierten Spielbrett mit 48 unregelmäßig und nicht symmetrisch angeordneten Feldern unterschiedlicher Form, aber nur einer Farbe (rot auf beigefarbenem Untergrund) postiert. Die Aufstellung der Klötzchen erfolgte wieder durch Zufall. Die Vorteile dieser Kontrollaufgabe liegen in der Vergleichbarkeit des räumlichen Materials, der Präsentationsmethode und des Reproduktionsverfahrens.

Reproduktionsleistungen. Als Reproduktionsleistung zählte die Anzahl der nach Form, Farbe und Position korrekt aufgestellten Figuren. Die unmittelbare Behaltensleistung entspricht der Anzahl richtig aufgebauter Figuren nach einmaliger, zehn Sekunden dauernder Präsentation der Stellung. Jede Stellung wird fünfmal dargeboten und nach jedem Durchgang vollständig abgeräumt. Die Behaltensleistung nach dem fünften Durchgang wird als Indikator des Lernfortschritts betrachtet. Für beide Maße wurden die erzielten Leistungen über die beiden sinnvollen Schachstellungen bzw. die beiden Klötzchenkonfigurationen hinweg gemittelt. Als Indikator für das längerfristige Behalten wurde nach der zwischenzeitlichen Bearbeitung der zweiten Schachstellung die Reproduktionsleistung für die erste Stellung erneut erhoben. Als zusätzliche Kontrollaufgabe wurde die Gedächtnisspanne für Zahlen anhand des im HAWIK-R (Tewes, 1985) vorgesehenen Verfahrens des Zahlennachsprechens (vorwärts) ermittelt.

Metagedächtnis. Im Kontext der vorgelegten Aufgaben wurden prognostische und retrospektive Metagedächtnisindikatoren erhoben (vgl. Schneider, 1989). Nach der unmittelbaren Behaltensleistung sowie vor und nach der Erhebung der längerfristigen Behaltensleistung war sowohl eine

Bewertung („Welche der reproduzierten Figuren sind richtig?“) als auch eine Vorhersage („Wieviele Figuren wirst Du im nächsten Versuch richtig aufstellen?“) abzugeben. Beide Einschätzungen wurden zu den tatsächlich erzielten Leistungen in Beziehung gesetzt, wobei die Werte ebenfalls über die beiden sinnvollen Schachstellungen bzw. Klötzchenkonfigurationen hinweg gemittelt wurden.

Versuchsablauf. Die Untersuchung wurde ausschließlich in Einzelversuchen durchgeführt. Die Daten der Kinder wurden am Max-Planck-Institut für Psychologische Forschung in München, die der erwachsenen ProbandInnen am Psychologischen Institut der Universität Freiburg erhoben. Die Versuchsdauer betrug etwa eine Stunde; die Kinder erhielten für ihre Teilnahme eine kleine Belohnung. Allen Versuchspersonen wurden zwei sinnvolle Schachstellungen, eine zufällige Schachstellung und zwei Stellungen mit Klötzchenkonfigurationen in jeweils fünf Reproduktionsdurchgängen für 10 Sekunden dargeboten. Ihre Aufgabe bestand darin, auf einem vor ihnen befindlichen, zu Beginn jedes Durchgangs leeren Reproduktionsbrett die zuvor gesehene Stellung nachzustellen, wobei es keine Zeitbeschränkung gab. Die beiden sinnvollen Schachstellungen wurden in gleicher Abfolge präsentiert, ebenso die beiden Klötzchenkonfigurationen. Zur Ausschaltung von Reihenfolgeeffekten wurden der Hälfte der ProbandInnen zunächst die sinnvollen Schachstellungen dargeboten, der anderen Hälfte die Klötzchenkonfigurationen. Dazwischen lag bei allen die Erfassung der Gedächtnisspanne für Zahlen und die Bearbeitung der zufälligen Schachstellung. Zum Abschluß war die Knight's Tour durchzuführen und ein kurzer biographischer Fragebogen auszufüllen.

Ergebnisse

Zur Validierung der anhand von Außenkriterien vorgenommenen Gruppenbildung wurde eine zweifaktorielle Varianzanalyse über die zur Absolvierung der Knight's Tour benötigten Zeit durchgeführt. Dabei ließ sich lediglich für den Faktor „Expertise“ ein signifikanter Effekt aufzeigen ($F(1,76) = 18.57$; $p < 0.01$). Wie erwartet erwiesen sich die beiden Expertengruppen den beiden Novizengruppen als deutlich überlegen.

Die Mittelwerte und Standardabweichungen der verschiedenen Behaltensleistungen sind der Tabelle 1 zu entnehmen.

Um den Einfluß von Expertise und Alter zu analysieren, wurde eine mehrstufige Auswertungsstrategie angewendet, deren Ergebnisse vollständig in Tabelle 2 zusammengefaßt sind.

Im ersten Schritt wurde eine zweifaktorielle multivariate Varianzanalyse (MANOVA) mit allen $q = 8$ abhängigen Variablen durchgeführt. Die resultierenden multivariaten Prüfgrößen (Wilks Lambda, Λ) finden sich in der untersten Zeile. Anschließend wurde für jede abhängige Variable eine zweifaktorielle univariate Varianzanalyse gerechnet, deren Ergebnisse dem linken oberen Teil von Tabelle 2 entnommen werden können. Für die Ergebnisinterpretation wird diesem Vorgehen durch eine Adjustierung des Signifikanzniveaus Rechnung getragen. Wegen der nicht gegebenen Unabhängigkeit der Hypothesentestungen werden nur solche Prüfgrößen als statistisch bedeutsam angesehen, deren Wahrscheinlichkeit unterhalb des korrigierten α -Niveaus von 0.006 bleibt. Im rechten Teil von Tabelle 2 finden sich darüber hinaus Schätzungen der jeweils aufklärten Varianzanteile ($\hat{\omega}^2$).

Tab. 1. Mittelwerte und Standardabweichungen (in Klammern)
für Reproduktionsleistungen und Gedächtnisspanne¹

Variable	Kinder		Erwachsene	
	Novizen	Experten	Novizen	Experten
sinnvolle Schachstellung				
immediate recall (IR) ²	4.95 ^X (1.68)	8.78 ^Y (2.92)	4.58 ^X (1.43)	7.10 ^{X, Y} (2.52)
repeated recall (RR) ³	15.90 ^{X, Y} (3.80)	19.53 ^{Y, Z} (3.02)	15.28 ^X (4.47)	20.85 ^Z (1.91)
delayed recall (DR) ⁴	4.95 ^X (4.36)	11.20 ^Y (6.32)	4.20 ^X (4.53)	11.35 ^Y (8.00)
sinnfreie Schachstellung				
immediate recall (IR) ²	3.25 ^{X, Y} (1.92)	5.00 ^Y (2.20)	2.70 ^X (1.63)	3.60 ^{X, Y} (2.04)
repeated recall (RR) ³	12.80 ^{X, Y} (3.86)	17.35 ^Y (4.42)	10.40 ^X (4.37)	15.80 ^Y (4.07)
Klötzchenkonfiguration				
immediate recall (IR) ²	2.55 ^X (0.99)	3.33 ^X (0.88)	3.00 ^X (1.29)	3.15 ^X (1.13)
repeated recall (RR) ³	8.65 ^X (2.97)	11.33 ^{X, Y} (4.12)	10.65 ^{X, Y} (3.66)	13.33 ^Y (3.41)
Gedächtnisspanne	5.75 ^X (0.97)	6.25 ^{X, Y} (1.02)	7.05 ^{Y, Z} (1.32)	7.65 ^Z (0.93)

¹ Die Buchstaben (X, Y und Z) hinter den Mittelwerten symbolisieren die Ergebnisse der durchgeführten Scheffé-Kontrasttests ($\alpha = 0.006$; vgl. Anmerkung 2 zu Tabelle 2): Mittelwerte mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht voneinander (Lesart: zeilenweise).

² IR: Anzahl richtig reproduzierter Figuren nach einmaliger Darbietung.

³ RR: Anzahl richtig reproduzierter Figuren nach fünfmaliger Darbietung.

⁴ DR: Anzahl richtig reproduzierter Figuren der ersten Stellung nach zwischenzeitlicher Bearbeitung der zweiten Stellung.

Tab. 2. Zusammenfassung der varianzanalytischen Ergebnisse für Reproduktionsleistungen und Gedächtnisspanne

Variable	Univariate F-Prüfgrößen ^{1, 2}			Aufgeklärte Varianzanteile ^{3, 4}		
	Alter	Expertise	A. × E.	Alter	Expertise	A. × E.
sinnvolle Schachstellung						
immediate recall (IR)	4.26	40.90 ($p < \alpha_0$)	1.71	2.63	32.21	—
repeated recall (RR)	0.21	35.84 ($p < \alpha_0$)	1.61	—	30.39	—
delayed recall (DR)	0.05	25.03 ($p < \alpha_0$)	0.11	—	23.52	—
sinnfreie Schachstellung						
immediate recall (IR)	4.97	9.18 ($p < \alpha_0$)	0.94	4.31	8.88	—
repeated recall (RR)	4.47	28.25 ($p < \alpha_0$)	0.21	3.14	24.79	—
Klötzchenkonfiguration						
immediate recall (IR)	0.32	3.67	1.67	—	3.23	—
repeated recall (RR)	6.30	11.27 ($p < \alpha_0$)	0.00	5.60	10.86	—
Gedächtnisspanne	31.84 ($p < \alpha_0$)	5.29	0.04	27.01	3.75	—
multivariate Prüfgrößen ⁵	$\Lambda = 0.60$ ($p < .01$)	$\Lambda = 0.53$ ($p < .01$)	$\Lambda = 0.89$	37.22	45.71	6.97

¹ Für alle univariaten F-Prüfgrößen gilt: $df_1 = 1$ und $df_2 = 76$.

² Korrigiertes α -Signifikanzniveau: $\alpha_0 = 1 - (q\text{-te Wurzel}(1-\alpha)) = 0.006$
mit: α = angesetztes multivariates Signifikanzniveau (hier: $\alpha = 0.05$), q = Anzahl Variablen (hier: $q = 8$).

³ Geschätzt nach der folgenden Formel:

$$100 * \hat{\omega}_{\text{Effekt}}^2 = 100 * ((SS_{\text{Effekt}} - df_{\text{Effekt}} * MS_{\text{Fehler}}) / (SS_{\text{Total}} + MS_{\text{Fehler}}))$$

bzw. im multivariaten Fall (vgl. Huberty, 1972):

$$100 * \hat{\omega}_{\text{Effekt}}^2 = 100 * (1 - (N / ((N-k) \Lambda^{-1} + 1)))$$

mit: N = Anzahl Versuchspersonen (hier: 80), k = Anzahl Versuchsgruppen (hier: 4).

⁴ Es sind nur Schätzungen größer 1 % aufgeführt.

⁵ Der Box-Test zur Prüfung der Homogenität der Varianz-Kovarianzmatrizen ergab einen Wert von 137.56 ($p > 0.05$).

Reproduktionsleistungen bei sinnvollen Schachstellungen. Der erwartete Einfluß von Expertise ist bei den sinnvollen Schachstellungen für alle drei Indikatoren der Gedächtnisleistung nachweisbar. Für die unmittelbare Behaltensleistung (immediate recall; abgekürzt IR), den Lernfortschritt (repeated recall; RR) und die längerfristige Behaltensleistung (delayed recall; DR) zeigt sich ein konsistentes Ergebnismuster: Bei statistisch nicht bedeutsamen Alters- und Interaktionseffekt zeigen die Experten die deutlich besseren Leistungen gegenüber den Novizen. Die guten Reproduktionsleistungen von jungen und erwachsenen Experten unterscheiden sich dabei ebensowenig voneinander wie die schwächeren Leistungen der beiden Novizengruppen. Auch der Hauptbefund der Chi-Studie kann repliziert werden. In Umkehrung des üblichen Alterstrends erweisen sich die Kinderexperten den Erwachsenen novizen als durchgängig überlegen. Die hohen, durch den Expertisefaktor aufgeklärten Varianzanteile (32.2 % für IR, 30.4 % für RR und 23.5 % für DR) unterstreichen die praktische Bedeutsamkeit der statistischen Befunde.

Reproduktionsleistungen bei der sinnfreien Schachstellung. Bei der Kontrollaufgabe mit identischem, jedoch der Sinnhaftigkeit weitgehend entzogenem Reizmaterial (sinnfreie Schachstellung) zeigt sich ein differenziertes Bild bezüglich des Einflusses von Expertise auf die Gedächtnisleistungen: Für die unmittelbare Behaltensleistung (IR) ist der Einfluß bereichsspezifischen Vorwissens insgesamt deutlich reduziert (lediglich 8.9 % Varianzaufklärung), ohne allerdings ganz zu verschwinden. Der immer noch vorhandene Unterschied resultiert insbesondere aus der Überlegenheit der Kinderexperten gegenüber den erwachsenen Novizen (vgl. Tabelle 1). Demgegenüber läßt sich weder innerhalb der Altersgruppen noch zwischen den Experten und Novizen beider Altersgruppen ein statistisch bedeutsamer Einfluß nachweisen. Wie erwartet nimmt das generelle Leistungsniveau gegenüber den bei den sinnvollen Schachstellungen erzielten Leistungen ab, insbesondere in den Expertengruppen (8.78 vs. 5.00 bzw. 7.10 vs. 3.60). Mit fortschreitender Lernerfahrung nehmen die Leistungsunterschiede wieder zu. Nach dem fünften Durchgang (RR) gleichen die Reproduktionsleistungen für die sinnfreie Schachstellung dem Ergebnismuster bei den sinnvollen Schachstellungen, wenn auch auf niedrigerem Niveau. Die Experten sind den Novizen im Durchschnitt deutlich überlegen. Damit einher geht ein deutlicher Anstieg der aufgeklärten Varianz (24.8 %).

Reproduktionsleistungen bei den Klötzchenkonfigurationen. Die Erwartung, daß Kinder und Erwachsene mit schachspezifischen Vorkenntnissen bei Vorgabe einer ebenfalls strukturierten, allerdings nicht länger aus reizidentischem Material bestehenden Kontrollaufgabe, den landschaftsähnlichen Konfigurationen geometrischer Körper, keine Leistungsunterschiede gegenüber ihren Altersgenossen aufweisen, kann nur für die unmittelbare Behaltensleistung (IR) bestätigt werden. Dagegen ist beim Lernfortschritt (RR) ein signifikanter Einfluß von Expertise zu beobachten bei einer allerdings eher geringen Varianzaufklärung von

Tab. 3. Mittelwerte und Standardabweichungen (in Klammern)
für prognostische (obere Hälfte) und retrospektive (untere Hälfte) Metagedächtnisindikatoren¹

Variable	Kinder				Erwachsene			
	Novizen		Experten		Novizen		Experten	
sinnvolle Schachstellung								
Vorhersage (V) ²	7.20 ^X	(2.84)	11.83 ^X	(3.95)	6.80 ^X	(1.70)	10.43 ^X	(3.53)
Leistung (L) ³	7.85 ^X	(2.15)	13.00 ^X	(4.14)	7.43 ^X	(2.13)	12.53 ^Y	(4.05)
Vorhersage (DR)	2.40 ^X	(1.96)	6.60 ^X	(4.08)	2.65 ^X	(2.80)	8.15 ^X	(5.57)
Leistung (DR)	4.95 ^Y	(4.36)	11.20 ^Y	(6.32)	4.20 ^X	(4.53)	11.35 ^X	(8.00)
sinnfreie Schachstellung								
Vorhersage (V) ²	5.30 ^X	(2.13)	8.00 ^X	(3.36)	5.15 ^X	(1.81)	6.65 ^X	(1.98)
Leistung (L) ³	5.55 ^X	(2.21)	8.50 ^X	(2.16)	5.00 ^X	(2.58)	6.40 ^X	(2.26)
Klötzchenkonfiguration								
Vorhersage (V) ²	4.88 ^X	(1.37)	5.48 ^X	(1.09)	5.20 ^X	(1.62)	6.08 ^X	(1.50)
Leistung (L) ³	4.23 ^X	(1.32)	5.18 ^X	(1.88)	5.25 ^X	(1.51)	5.78 ^X	(1.63)

sinnvolle Schachstellung								
Bewertung (B) ⁴	3.85 ^X	(1.73)	8.30 ^X	(3.21)	4.25 ^X	(1.19)	6.70 ^X	(2.47)
Richtigkeit (R) ⁵	3.48 ^X	(1.77)	6.83 ^Y	(2.66)	3.60 ^Y	(1.46)	6.05 ^Y	(2.53)
Bewertung (DR)	4.65 ^X	(3.75)	10.10 ^X	(6.14)	3.15 ^X	(4.38)	11.73 ^X	(7.92)
Richtigkeit (DR)	4.00 ^X	(3.55)	8.95 ^Y	(6.01)	3.08 ^X	(4.19)	11.40 ^X	(8.13)
sinnfreie Schachstellung								
Bewertung (B) ⁴	3.25 ^X	(2.10)	5.90 ^X	(2.94)	3.00 ^X	(1.62)	3.65 ^X	(1.84)
Richtigkeit (R) ⁵	2.50 ^Y	(1.88)	4.20 ^Y	(1.58)	1.50 ^Y	(1.61)	2.50 ^Y	(1.85)
Klötzchenkonfiguration								
Bewertung (B) ⁴	2.40 ^X	(1.10)	3.25 ^X	(1.62)	2.85 ^X	(1.29)	3.15 ^X	(1.52)
Richtigkeit (R) ⁵	1.75 ^Y	(1.05)	2.13 ^Y	(0.89)	2.08 ^Y	(1.07)	2.18 ^Y	(1.02)

¹ Die Buchstaben (X und Y) hinter den Mittelwerten symbolisieren die Ergebnisse der durchgeführten t-Tests für abhängige Messungen ($\alpha = 0.013$; vgl. Anmerkung 2 zu Tabelle 4): Mittelwerte mit gleichem Buchstaben unterscheiden sich nicht voneinander (Lesart: spalten- und paarweise).

² V: Erwartete Behaltensleistung für die zweite Darbietung.

³ L: Anzahl richtig reproduzierter Figuren nach der zweiten Darbietung.

⁴ B: Richtigkeitseinschätzung der nach der zweiten Darbietung reproduzierten Figuren.

⁵ R: Anzahl richtiger von den nach der zweiten Darbietung als richtig reproduziert eingeschätzten Figuren.

Tab. 4. Zusammenfassung
der varianzanalytischen Ergebnisse für prognostische und retrospektive Metagedächtnisindikatoren

Variable	Univariate F-Prüfgrößen ^{1, 2, 3}			Aufgeklärte Varianzanteile ⁴		
	Alter	Expertise	Zeit	Alter	Expertise	Zeit
sinnvolle Schachstellung						
Vorhersage / Leistung	0.99	46.43 ($p < \alpha_0$)	26.06 ($p < \alpha_0$)	—	36.47	22.73
Vorhersage / Leistung (DR)	0.10	35.62 ($p < \alpha_0$)	26.75 ($p < \alpha_0$)	—	30.62	23.96
sinnfreie Schachstellung						
Vorhersage / Leistung	5.05	21.45 ($p < \alpha_0$)	0.12	3.83	19.34	—
Klötzchenkonfiguration						
Vorhersage / Leistung	4.75	6.15	2.95	4.07	5.87	2.39
multivariate Prüfgrößen ⁵						
	$\Lambda = 0.84$ ($p < .05$)	$\Lambda = 0.58$ ($p < .01$)	$\Lambda = 0.56$ ($p < .01$)	12.63	39.15	41.28
sinnvolle Schachstellung						
Bewertung / Richtigkeit	0.10	38.24 ($p < \alpha_0$)	41.96 ($p < \alpha_0$)	—	35.76	34.54
Bewertung / Richtigkeit (DR)	0.09	23.93 ($p < \alpha_0$)	10.24 ($p < \alpha_0$)	—	25.37	11.46
sinnfreie Schachstellung						
Bewertung / Richtigkeit	5.08	9.11 ($p < \alpha_0$)	37.21 ($p < \alpha_0$)	—	9.91	34.29
Klötzchenkonfiguration						
Bewertung / Richtigkeit	0.67	1.92	42.35 ($p < \alpha_0$)	—	1.35	37.96
multivariate Prüfgrößen ⁶						
	$\Lambda = 0.90$	$\Lambda = 0.58$ ($p < .01$)	$\Lambda = 0.45$ ($p < .01$)	6.48	39.06	52.65

¹ Für alle univariaten F-Prüfgrößen gilt: $df_1 = 1$ und $df_2 = 76$.

² Korrigiertes α -Signifikanzniveau: $\alpha_0 = 0.013$ (vgl. Anmerkungen zu Tabelle 2).

³ Auf die Wiedergabe der Prüfgrößen für die verschiedenen Interaktionseffekte wird verzichtet, da sie sich durchgängig als statistisch nicht bedeutsam erwiesen.

⁴ vgl. Anmerkungen 3 und 4 zu Tabelle 2.

⁵ Der Box-Test zur Prüfung der Homogenität der Varianz-Kovarianzmatrizen ergab einen Wert von 182.93 ($p < 0.01$).

⁶ Der Box-Test zur Prüfung der Homogenität der Varianz-Kovarianzmatrizen ergab einen Wert von 239.09 ($p < 0.01$).

10.9%. Verantwortlich hierfür ist insbesondere das bessere Abschneiden der erwachsenen Experten gegenüber den jungen Novizen, während sich keine bedeutsamen Unterschiede zwischen jungen und erwachsenen Versuchspersonen derselben Vorwissenstufe statistisch absichern lassen.

Gedächtnisspanne für Zahlen. Die Erwartung alterstypischer Leistungsunterschiede in der Gedächtnisspanne für Zahlen kann bei einer Varianzaufklärung von 27% bestätigt werden (7.35 vs. 6.00). Der Haupteffekt für Expertise ist dabei ebensowenig signifikant wie die Interaktion von Alter und Expertise.

Metagedächtnis. Tabelle 3 enthält die Mittelwerte und Standardabweichungen für die verschiedenen prognostischen und retrospektiven Metagedächtnisindikatoren; die Ergebnisse der varianzanalytischen Auswertungen sind in Tabelle 4 zusammengefaßt.

Getrennt für beide Indikatorgruppen wurde zunächst eine dreifaktorielle (Alter, Expertise, Zeit) multivariate Varianzanalyse mit Meßwiederholung auf dem dritten Faktor gerechnet. Für jedes zusammengehörige Paar abhängiger Variablen (etwa: Vorhersage vs. Leistung bei der sinnvollen Schachstellung als Stufen der Meßwiederholung) wurde im zweiten Schritt eine entsprechende univariate Analyse durchgeführt, wobei das zugrundegelegte Signifikanzniveau auf $\alpha = 0.013$ korrigiert wurde. Um die Einschätzungen mit den tatsächlichen Leistungen in spezifischer Weise vergleichen und ihre Angemessenheit für die verschiedenen Aufgaben differenzierter beurteilen zu können, wurden abschließend — getrennt für die vier Versuchsgruppen — t-Tests für abhängige Messungen durchgeführt, deren Ergebnisse Tabelle 3 entnommen werden können.

Dieses Vorgehen entspricht einer Operationalisierung der Vorhersagegüte als Differenz von Vorhersage und Leistung. Sie beinhaltet eine Konfundierung von Über- und Unterschätzungen sowie mit dem generellen Leistungsniveau. Auf die damit verbundenen statistischen Probleme haben etwa Hasselhorn und Hager (1989) hingewiesen. Die diskutierten Lösungsversuche beruhen im wesentlichen auf der Verwendung von Absolutwerten und einer Relativierung auf das Leistungsniveau. Allerdings geht damit ein Verlust an inhaltlich interpretierbarer Information einher. Beispielsweise wären differentielle Ergebnismuster für Experten und Novizen hinsichtlich der Richtung ihrer Fehleinschätzungen nicht aufzeigbar. Die Analyse unserer Daten zeigte darüber hinaus, daß nahezu ausschließlich Unterschätzungen der Leistung vorlagen (teilweise bedingt durch die Art der Definition der betrachteten Indikatoren; s. u.), das Vorzeichen also keine bedeutsame Rolle spielte. Vor diesem Hintergrund wird auf eine Transformation der Meßwerte verzichtet.

Prognostische Metagedächtnisindikatoren. Die Erwartung eines positiven Einflusses von Expertise auf die Vorhersage der erwarteten eigenen Behaltensleistung bei den sinnvollen Schachstellungen, der sich in einer signifikanten Wechsel-

wirkung von Expertise und Zeit widerspiegeln müßte, kann nicht bestätigt werden. Der signifikante Expertise-Effekt signalisiert bei einer hohen Varianzaufklärung von 36.5 % bzw. 30.6 % lediglich, daß sich die Vorhersage bzw. die Leistungen in ihrem mittleren Niveau unterscheiden (jeweils deutlich höhere Werte für die Experten). Der bedeutsame Zeit-Effekt weist auf die Unangemessenheit der Vorhersagen hin. Dabei ergibt sich folgendes Bild: Generell zeigt sich in allen vier Versuchsgruppen eine Tendenz zur Unterschätzung der eigenen Leistungen (vgl. Tabelle 3). Als gravierende Unterschätzungen erweisen sich insbesondere die Prognosen der erwachsenen Experten für den zweiten Durchgang (10.43 vs. 12.53) sowie die der beiden Kindergruppen hinsichtlich ihrer längerfristigen Behaltensleistung (2.40 vs. 4.95 bzw. 6.60 vs. 11.20). Demgegenüber zeigen sich — wie erwartet — keinerlei statistisch bedeutsame Unterschiede in den Einschätzungen bei den Kontrollaufgaben. In allen vier Versuchsgruppen liegt eine hohe Übereinstimmung zwischen vorhergesagten und tatsächlichen Leistungen vor.

Retrospektive Metagedächtnisindikatoren. Wie bereits bei den prognostischen Metagedächtnisindikatoren läßt sich auch bei den Bewertungen der Richtigkeit reproduzierter Figuren kein positiver Einfluß von Expertise feststellen. Darüber hinaus signalisiert der durchgängig signifikante Zeit-Effekt die Unangemessenheit der Einschätzungen sowohl bei der Experimentalaufgabe als auch bei den Kontrollaufgaben. Dabei wurde die Anzahl der als richtig eingeschätzten Figuren mit den davon tatsächlich richtigen Figuren verglichen. Bei der Beurteilung ihrer Behaltensleistung in der Reproduktion der sinnvollen Schachstellung überschätzen beide Expertengruppen und die Gruppe der erwachsenen Novizen die Anzahl der von ihnen nach dem ersten Präsentationsdurchgang richtig reproduzierten Figuren in erheblichem Maße (Kinderexperten: 8.30 vs. 6.83; Erwachsenen-novizen: 4.25 vs. 3.60; Erwachsenenexperten: 6.70 vs. 6.05). Bei der Einschätzung der längerfristigen Behaltensleistung (DR) ergeben sich mit Ausnahme der Gruppe der jungen Experten (10.10 vs. 8.90) tendenziell realistischere und damit angemessenere Werte. Bei den beiden Kontrollaufgaben zeigt sich ein einheitliches Ergebnismuster: In allen vier Versuchsgruppen ist eine statistisch bedeutsame Tendenz zur Überschätzung der Qualität der erbrachten eigenen Behaltensleistungen zu beobachten.

Diskussion

Um den Einfluß von bereichsspezifischen Vorkenntnissen auf Gedächtnisleistungen und die Selbsteinschätzung dieser Leistungen zu analysieren, wurden junge und erwachsene Schachexperten und -novizen miteinander verglichen. Die Ergebnisse zeigen eine differentielle Wirksamkeit von Expertise in Abhängigkeit von der Vertrautheit mit dem zu bearbeitenden Reizmaterial und von der Art der Aufgabenstellung.

Vertrautheit mit dem Reizmaterial. In Übereinstimmung mit in der Literatur an verschiedenen Stellen berichteten Befunden gilt: Je vertrauter und damit vorwissensbezogener das zu bearbeitende Reizmaterial ist, desto deutlicher ist der Einfluß von Expertise auf Gedächtnisleistungen nachweisbar. Dies gilt für kurzfristige Behaltensleistungen, für den kurzzeitigen Lernfortschritt und auch für verzögerte längerfristige Behaltensleistungen. Bei den sinnvollen Schachstellungen ist der feststellbare Einfluß so groß, daß selbst der übliche Alterstrend umgekehrt wird (junge Experten erbringen bessere Leistungen als erwachsene Novizen). Dagegen ist der Einfluß von Expertise bei unvertrautem, aber ebenfalls räumlich strukturiertem Reizmaterial, den Klötzchenkonfigurationen, praktisch verschwunden. Im Detail besonders aufschlußreich sind die Ergebnisse bei der sinnfreien Schachstellung. Einerseits wird hier ebenfalls ein den Experten vertrautes Material verwendet, andererseits ist diesem aber die übliche Sinnhaftigkeit weitgehend entzogen. Im Vergleich zu den sinnvollen Schachstellungen nehmen die unmittelbaren Behaltensleistungen insbesondere bei den Experten deutlich ab, ohne sich allerdings ganz dem Niveau der Novizen anzugleichen, deren Leistungen ebenfalls schlechter werden, wenn auch nur geringfügig. Im Verlauf der wiederholten Reproduktionsversuche macht sich dann die Vertrautheit mit dem Material wieder positiv bemerkbar, wie es der größere Lernfortschritt der Experten zum Ausdruck bringt.

Wie kann dieses Ergebnismuster theoretisch erklärt bzw. rekonstruiert werden? Dies führt im Kern zu der Frage, worin denn eigentlich die Expertise von Experten besteht (vgl. Gruber & Strube, 1989).

Übereinstimmend wird angenommen, daß es weniger die Menge des im Gedächtnis gespeicherten Wissens ist (im Sinne eines mehr oder weniger), sondern vielmehr die Organisation seines Wissens, die den Experten auszeichnet. Experten verfügen über eine hochdifferenzierte, aber zugleich sehr flexible Organisation ihrer Wissensbestände, die nach geeigneten Kategorien strukturiert sind. Damit einher geht eine aufgabenbezogene effiziente Enkodierung dargebotener Informationen und die Verwendung elaborierter, auf die Organisation des Wissens bezogener Strategien für den Erwerb, die Nutzung und den Abruf von Wissen.

Vor diesem Hintergrund läßt sich der bisher nicht weiter spezifizierte Gesichtspunkt „Vertrautheit mit dem Material“ differenzierter betrachten: Die unmittelbare Behaltensleistung erfordert insbesondere eine Enkodierungsleistung, während für den Lernfortschritt bzw. die längerfristige Behaltensleistung darüber hinaus eine Integration der dargebotenen Informationen in vorhandene Wissensbestände zu leisten ist. Bei der Enkodierung ist wichtig, ob einzelne Reizelemente (hier: Schachfiguren oder Klötzchen) oder ganze Gruppen von Objekten als Einheit (chunk) verarbeitet werden. Es ist bekannt (vgl. Chase & Simon, 1973), daß Schachexperten eine Stellung nicht als Ansammlung einzelner Figuren wahrnehmen, sondern als einige wenige chunks enkodieren, und zwar unter

Heranziehung der dazu erforderlichen begrifflichen Kategorien (etwa: Königstellung nach kurzer Rochade). Dies erklärt ihre deutliche Überlegenheit bei den sinnvollen Schachstellungen und ihren Leistungsabfall bei der sinnlosen Schachstellung. Hier fehlen ihnen geeignete Kategorien zur Enkodierung bzw. sie müssen dazu eine geeignete Uminterpretation ihrer Wissensbestände vornehmen. Dies gelingt allerdings in kurzer Zeit, wie ihr großer kurzzeitiger Lernfortschritt deutlich macht.

Art der Aufgabenstellung. Die Art der Aufgabenstellung (Gedächtnisleistungen bzw. deren Selbsteinschätzung) ermöglicht ergänzende Aussagen zur Generalität bzw. Spezifität unterschiedlicher Aspekte von Expertise. Während sich bei den Gedächtnisleistungen spezifische Einflüsse aufzeigen und plausibel machen lassen (s. o.), zeigen sowohl prognostische als auch retrospektive Metagedächtnisindikatoren eine weitgehende Unabhängigkeit von bereichsspezifischen Vorkenntnissen. Sie spiegeln generelle, auf die Funktionsweise des eigenen Gedächtnisses insgesamt bezogene Aktivitäten wieder. Der spezifischen Organisation der durch sie angesprochenen Wissensbestände kommt dabei kein nachhaltiger Einfluß zu. Auffallend ist weiterhin, daß eine Einschätzung der Quantität von erwarteten Behaltensleistungen sich als generell einfacher erweist als eine Einschätzung der Qualität von erbrachten Behaltensleistungen (vgl. Tabelle 3). Dies deutet darauf hin, daß im ersten Fall eine eher globale Einschätzung ausreicht, während die im zweiten Fall erforderliche Bewertung der Richtigkeit jedes einzelnen reproduzierten Objekts zusätzliche spezifische Überwachungsaktivitäten beinhaltet. Hier zeigt sich eine interessante Parallele zum bekannten "overconfidence" Phänomen. Allgemeinpsychologische Untersuchungen zur Angemessenheit subjektiver Wahrscheinlichkeitseinschätzungen haben ebenfalls gezeigt, daß es für Personen sehr schwierig ist, die Wahrscheinlichkeit singulärer Ereignisse zu beurteilen, während ihnen die Einschätzung relativer Häufigkeiten sehr viel leichter fällt.

Anmerkungen zu den Aussagemöglichkeiten dieser (und vergleichbarer) Untersuchungen. Unsere Untersuchung hat eine Reihe differenzierter Befunde zum Einfluß von Expertise auf Gedächtnisleistungen und deren Selbsteinschätzung ergeben. Dennoch sind ihren Aussagemöglichkeiten — wie denen aller derartigen Untersuchungen — prinzipielle Grenzen gesetzt. Beispielsweise sind keine Aussagen zum Problem interindividueller Unterschiede in der Gedächtnisentwicklung wie zur intraindividuellen Genese von Expertise möglich. Dies zugestehend könnten wir uns an dieser Stelle abschließend darauf beschränken, in künftigen Untersuchungen die Berücksichtigung möglicher Moderatorvariablen zu fordern und/oder die Notwendigkeit der Durchführung von Längsschnittstudien hervorzuheben. So wichtig und richtig diese Anregungen auch sind, so sind sie dennoch nach unserer Auffassung nicht ausreichend. Am meisten profitieren könnten derartige Untersuchungen, wenn die Diskussion und Interpretation der Befunde sich weniger auf eine sorgfältige Deskription und Plausibilisierung von Performanz-

phänomenen beschränken müßte, sondern wenn sie auf der Grundlage explizit formulierter Vorstellungen über die Wissensbestände von Experten bzw. Novizen und ihrer Organisation im Sinne eines generativen Kompetenzmodells erfolgen könnte (vgl. Smith, Greeno & Vitolo, 1989). Dies würde erfordern, die für den Bereich der Gedächtnis- und Metagedächtnisentwicklung als zentral angesehenen Prozesse der Enkodierung und des Wissensabrufs, Memorierungsstrategien, Vorgänge der Überwachung und der Regulation eigener Gedächtnisaktivitäten sowie deren Zusammenwirken nicht nur in verbaler Form anzudeuten, sondern in einer präzisen algorithmischen Form zu spezifizieren (vgl. beispielsweise Larkin & Simon (1987) für eine entsprechende Analyse von Enkodierungsvorgängen). Im Überschneidungsbereich von (amerikanischer) kognitiver Psychologie, Informatik (speziell im Bereich der sog. Künstlichen Intelligenz) und Linguistik sind die dazu erforderlichen theoretisch-begrifflichen Konzepte und methodischen Werkzeuge in den letzten Jahren entwickelt worden. Hier besteht innerhalb der (deutschsprachigen) Psychologie zweifellos noch ein erheblicher Nachholbedarf, dessen Überwindung auch für die Entwicklungs- und Pädagogische Psychologie fruchtbar werden dürfte.

Summary

Young and adult experts and novices in chess were compared with respect to their memory performance in briefly presented chess positions and in arrangements of geometrical objects. The results show differentiated effects of expertise depending on the familiarity with the learning material and task characteristics. The more the learning material is related to pre-knowledge, the more the influence of expertise on memory performance was observed. This also holds for measures of immediate and repeated recall and for delayed recall as well. In contrast to that, a systematic influence of expertise on prediction accuracy and on evaluation of assessed memory performance cannot be demonstrated.

Literatur

- Chase, W. G. & Simon, H. (1973). Perception in chess. *Cognitive Psychology*, 4, 55—81.
- Chi, M. T. H. (1978). Knowledge structures and memory development. In R. S. Siegler (Ed.), *Children's thinking: What develops?* (pp. 73—96). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Chi, M. T. H., Feltovich, P. & Glaser, R. (1981). Categorization and representation of physics problems by experts and novices. *Cognitive Science*, 5, 121—152.
- Chi, M. T. H., Glaser, R. & Rees, E. (1982). Expertise in problem solving. In R. J. Sternberg (Ed.), *Advances in the psychology of human intelligence* (Vol. 1, pp. 17—76). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- DeGroot, A. D. (1965). *Thought and choice in chess*. The Hague: Mouton.
- Ericsson, K. A. & Polson, P. G. (1988). A cognitive analysis of exceptional memory for restaurant orders. In M. T. H. Chi, R. Glaser & M. J. Farr (Eds.), *The nature of expertise* (pp. 23—70). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Flavell, J. (1985²). *Cognitive development*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

- Groen, G. J. & Patel, V. L. (1988). The relationship between comprehension and reasoning in medical expertise. In M. T. H. Chi, R. Glaser & M. J. Farr (Eds.), *The nature of expertise* (pp. 287—310). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Gruber, H. & Strube, G. (1989). Zweierlei Experten: Problemisten, Partyspieler und Novizen beim Lösen von Schachproblemen. *Sprache & Kognition*, 8, 72—85.
- Hasselhorn, M. & Hager, W. (1989). Prediction accuracy and memory performance: Correlational and experimental tests of a metamemory hypothesis. *Psychological Research*, 51, 147—152.
- Huberty, C. J. (1972). Multivariate indices of strength of association. *Multivariate Behavioral Research*, 7, 523—526.
- Kearins, J. M. (1981). Visual spatial memory in Australian aboriginal children of desert regions. *Cognitive Psychology*, 13, 434—460.
- Körkel, J. (1987). *Die Entwicklung von Gedächtnis- und Metagedächtnisleistungen in Abhängigkeit von bereichsspezifischen Vorkenntnissen*. Frankfurt am Main: Lang.
- Larkin, J. H. & Simon, H. A. (1987). Why a diagram is sometimes worth ten thousand words. *Cognitive Science*, 11, 65—99.
- McKeithen, K. B., Reitman, J. S., Rueter, H. H. & Hirtle, S. C. (1981). Knowledge organisation and skill differences in computer programmers. *Cognitive Psychology*, 13, 307—325.
- Radojic, M. (1971). What is your chess IQ? *Chess Life & Review*, 26, 709—710.
- Recht, D. R. & Leslie, L. (1988). Effect of prior knowledge on good and poor readers' memory of text. *Journal of Educational Psychology*, 80, 16—20.
- Schneider, W. (1989). *Zur Entwicklung des Meta-Gedächtnisses bei Kindern*. Bern: Huber.
- Schneider, W., Körkel, J. & Weinert, F. E. (1989). Domain-specific knowledge and memory performance: A comparison of high- and low-aptitude children. *Journal of Educational Psychology*, 81, 306—312.
- Schneider, W. & Pressley, M. (1989). *Memory development between 2 and 20*. New York, NY: Springer.
- Siegler, R. S. (1986). *Children's thinking*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Smith, D. A., Greeno, J. G. & Vitolo, T. M. (1989). A model of competence for counting. *Cognitive Science*, 13, 183—212.
- Soloway, E., Adelson, B. & Ehrlich, K. (1988). Knowledge and processes in the comprehension of computer programs. In M. T. H. Chi, R. Glaser & M. J. Farr (Eds.), *The nature of expertise* (pp. 129—152). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Tewes, U. (1985³). *HAWIK-R: Hamburg-Wechsler-Intelligenztest für Kinder*. Bern: Huber.

Anschrift der Verfasser:

Dr. Klaus Opwis
Psychologisches Institut der Universität Freiburg
Niemensstr. 10, D-7800 Freiburg

Dr. Andreas Gold
Institut für Pädagogische Psychologie
der Universität Frankfurt/Main
Senckenberganlage 15, D-6000 Frankfurt/Main

Dipl.-Psych. Hans Gruber
PD Dr. Wolfgang Schneider
Max-Planck-Institut
für Psychologische Forschung
Leopoldstr. 24, D-8000 München 40