

Zur Rolle des Wissens bei kognitiven Höchstleistungen

WOLFGANG SCHNEIDER

Max-Planck-Institut für psychologische Forschung, München

The Impact of the Knowledge Base on Exceptional Cognitive Performance

Summary: According to recent studies into giftedness, exceptional cognitive abilities in childhood only moderately predict exceptional cognitive performance in adulthood. Obviously, other cognitive and noncognitive parameters are additionally important. This paper presents an overview of studies investigating the impact of domain-specific knowledge on cognitive performance. As a main result, these studies show that high intellectual abilities seem to be necessary but not sufficient preconditions of exceptional cognitive performance. In comparison, the amount of domain-specific knowledge combined with extreme endurance and achievement motivation appears crucial in predicting and explaining exceptional cognitive performance.

Keywords: giftedness, the knowledge base, exceptional cognitive performance

Zusammenfassung: Neuere Ansätze der Hochbegabtenforschung haben demonstriert, daß herausragende intellektuelle Fähigkeiten alleine noch keine kognitiven Höchstleistungen in späteren Lebensabschnitten garantieren. Insbesondere retrospektive Analysen der Daten genialer bzw. kognitiv hochproduktiver Persönlichkeiten lassen darauf schließen, daß neben Intelligenzmerkmalen auch Wissensaspekte und nichtkognitive Persönlichkeitsmerkmale entscheidend dafür verantwortlich sind, daß Höchstleistungen erzielt werden können. Im vorliegenden Beitrag wird ein Überblick über Studien gegeben, die den Einfluß bereichsspezifischen Wissens auf kognitive Höchstleistungen darstellt, daß jedoch ab einem bestimmten Grenzwert intellektueller Fähigkeit allein das Ausmaß bereichsspezifischen Wissens in Kombination mit extremen Ausprägungen in nichtkognitiven Merkmalen wie Konzentrationsfähigkeit, Ausdauer und Erfolgsmotivation darüber entscheidet, ob intellektuelle Höchstleistungen erbracht werden können.

Schlüsselbegriffe: Hochbegabung, bereichsspezifisches Vorwissen, kognitive Höchstleistungen

Zur Rolle des Wissens bei kognitiven Höchstleistungen

Die Frage nach den Voraussetzungen intellektueller Höchstleistungen hat eine lange Geschichte und offensichtlich in den unterschiedlichsten Kulturen schon immer große Beachtung gefunden (vgl. Renzulli, 1978). Bevor im folgenden auf das (relativ neue) Problem eingegangen wird, welcher Stellenwert dem bereichsspezifischen Wissen im Hinblick auf kognitive Höchstleistungen zuzumessen ist, sollen kurz zwei allgemeinere und verbreitetere Ansätze zum Thema erörtert werden.

Einen dieser eher populären Ansätze stellt die Hochbegabtenforschung dar, die sich dem Problem widmet, wie frühzeitig, sicher und spezifisch das Talent später außerordentlich produktiver und erfolgreicher Menschen erkennbar ist (vgl. Weinert & Waldmann, 1985). Besteht hier das Verfahren der Wahl in der prospektiven

Methode (Längsschnittforschung), so können andererseits retrospektive Verfahren etwa in Form von historisch-biographischen Analysen zusätzlich interessante Informationen darüber liefern, welche kognitiven und nichtkognitiven Merkmale dazu beitragen, daß wissenschaftliche bzw. künstlerische Höchstleistungen entstehen.

Prospektive Verfahren: Ergebnisse der Hochbegabtenforschung

Die Vielfalt bestehender Konzeptualisierungen von Hochbegabung ist beachtlich. Wiczerkowski und Wagner (1985) schätzen die Zahl existierender Definitionen auf mehr als einhundert. Die Mehrzahl solcher Operationalisierungsversuche läßt sich einigen wenigen Modellkonzeptionen zuordnen, die sich darin unterscheiden, ob sie eng fähigkeitsorientiert oder aber umfassender konzipiert sind, also

auch nichtkognitive Anteile enthalten (vgl. Hany, 1987, für eine detailliertere Darstellung der Modelle).

Fähigkeitsorientierte Modelle haben die längste Tradition, wobei der Begriff der „Begabung“ zunächst eindimensional gefaßt und über globale Intelligenzquotienten operationalisiert wurde. Die einzigartige Längsschnittstudie von Terman (1925, 1954; Terman & Oden, 1959; Oden, 1968) gilt als prototypisches Beispiel: Terman erfaßte anfangs der zwanziger Jahre mehr als 1500 kalifornische Kinder mit einem IQ von mindestens 135 Punkten. Erklärtes Ziel dieser Studie war es, die Entwicklung dieser Kinder in ausgewählten kognitiven wie auch nichtkognitiven Aspekten möglichst lange zu begleiten, um verfolgen zu können, welche Art von Erwachsenen später resultieren würde. Die Studie ist heute noch aktiv; aus den Kindern sind inzwischen Senioren geworden, und wir wissen heute auch, daß die erfaßten Versuchspersonen später beruflich überdurchschnittlich erfolgreich waren. Dennoch kann nicht von einer engen Beziehung zwischen hoher Intelligenz und späterem Berufserfolg gesprochen werden. So wies beispielsweise Sears (1984) kürzlich darauf hin, daß Termans hochbegabte Kinder in ihren späteren akade-

mischen Leistungen und beruflichen Erfolgen breit streuten und sich durchaus nicht die insgeheim erhoffte Kollektion von „Eierköpfen“ bzw. Genies ergab.

Neuere Theorien der Hochbegabung gehen in der Regel von mehrdimensionalen Konstrukten aus (vgl. Heller, 1986; Heller & Hany, 1986), wobei die Wechselwirkung von Persönlichkeits- und Umweltfaktoren explizit unterstellt wird. Besonderer Popularität erfreut sich das „Drei-Ringe“-Modell von Renzulli (1978, 1986), das in Abbildung 1 wiedergegeben ist. Talent bzw. Hochbegabung manifestiert sich demnach als Schnittmenge aus überdurchschnittlichen intellektuellen Fähigkeiten, kreativer Kapazität und nichtkognitiven Merkmalen (z.B. Aufgabenorientierung, Leistungsmotivation, Ausdauer).

Der Einschluß nichtkognitiver Merkmale wird von Renzulli (1986) unter Hinweis auf die suboptimalen Befunde Termans damit begründet, daß Begabungs- und Kreativitätspotentiale keine hinreichende Bedingung für Höchstleistung sind. Letztere kann erst durch das Zusammenwirken aller drei Komponenten im Sinne einer „glücklichen Konstellation“ zustande kommen (vgl. Wiczerkowski & Wagner, 1985).

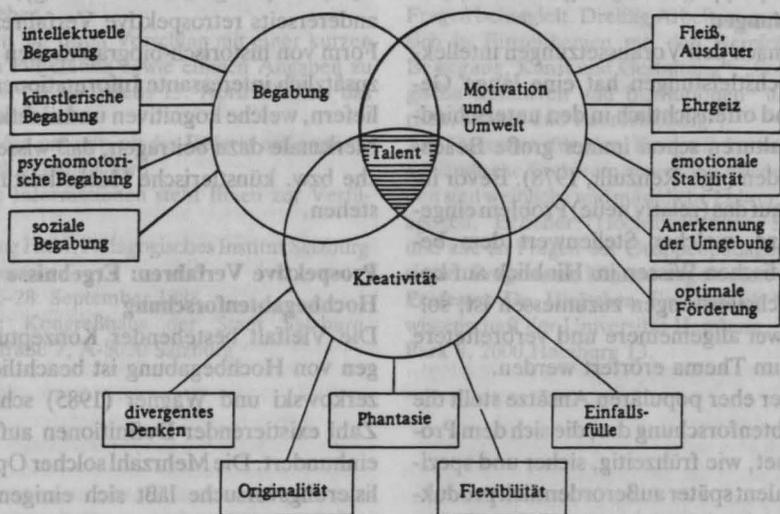


Abbildung 1: Renzullis Komponentenmodell der Talententwicklung (modifiziert nach Wiczerkowski & Wagner, 1985)

Eine enge Verschränkung zwischen Fähigkeits- und Leistungsaspekten wird ebenfalls in dem neueren Klassifikationskonzept von Heller und Mitarbeitern unterstellt, auf dem die derzeit laufende Münchner Studie zu Formen der Hochbegabung aufbaut (vgl. Heller, 1986; Heller & Hany, 1986; Hany, 1987). Die gezielte

Erfassung bereichsspezifischer Hochbegabungen bietet dabei die Voraussetzung dafür, daß differenziertere Analysen möglich werden; es kann beispielsweise geprüft werden, welche spezifischen Fähigkeiten spätere Spitzenleistungen in welchen Teilbereichen besonders begünstigen (vgl. Abbildung 2).

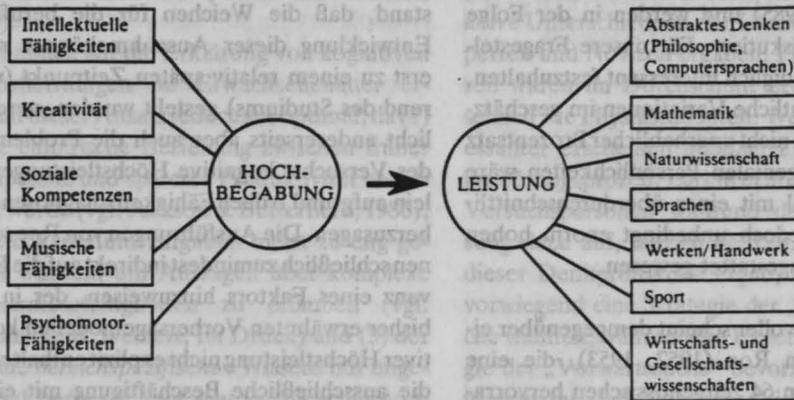


Abbildung 2: Klassifikationskonzept der Hochbegabung bzw. Hochbegabungsleistung (nach Heller, 1986)

Weiterhin wird schon wie bei Renzulli ein Wechselwirkungsgefüge zwischen Persönlichkeits-, Umwelt- und Hochbegabungsmerkmalen angenommen, das in seiner Gesamtheit die jeweilige Leistungsentwicklung determiniert. Die Studie von Heller und Mitarbeitern baut auf einer repräsentativen Stichprobe auf, und man darf darauf gespannt sein, wie sich das heuristische Klassifikationsmodell empirisch bewährt.

Retrospektive Ansätze: Der Schluß von der kognitiven Höchstleistung auf zugrundeliegende Fähigkeiten

Bisher vorliegende Ergebnisse aus der Hochbegabtenforschung haben relativ übereinstimmend belegt, daß herausragende intellektuelle Fähigkeiten im Kindesalter alleine noch keine Gewähr dafür bieten, daß im Erwachsenenalter kognitive Höchstleistungen erzielt werden. Geradezu deprimierend scheinen in diesem Zusammenhang die Befunde einer Literaturübersicht von Samson et al. (1984), der zufolge selbst aus der Kenntnis der im College-Alter erhobenen Fähigkeitsniveaus wenig über

spätere berufliche Produktivität gefolgert werden kann: die mittlere Korrelation zwischen beiden Merkmalen lag bei etwa .15, was bedeutet, daß nur etwas mehr als 2% der Kriteriumsvarianz aufgeklärt werden konnte. Es scheint also, daß es sich bei sog. „Schulhaus-Hochbegabten“ und späteren „Produktions-Hochbegabten“ um nur wenig überlappende Populationen handelt, wie etwa Siegler und Kotovsky (1986) annehmen.

Um die Voraussetzungen späterer „Produktions-Hochbegabung“ im Sinne kognitiver Höchstleistungen genauer erfassen zu können, dürfte es von daher gewinnbringender sein, von Personenstichproben auszugehen, die bereits herausragende intellektuelle Leistungen erbracht haben. Solche Personengruppen können dann daraufhin untersucht werden, ob sich im Hinblick auf kognitive bzw. nichtkognitive Voraussetzungen charakteristische Gemeinsamkeiten ergeben.

Einen Versuch dieser Art stellt die vielzitierte Studie von Cox (1926) dar, bei der über historisch-biographische Analysemethoden versucht wurde, anhand der verfügbaren Angaben

zur frühen geistigen Entwicklung von 300 genialen Persönlichkeiten des 15. bis 19. Jahrhunderts deren Intelligenz zu schätzen und weitere entwicklungsrelevante Merkmale zu identifizieren. Obwohl die Befunde von Cox im wesentlichen von Walberg et al. (1981) bestätigt wurden, sind sie in ihrem wissenschaftlichen Wert schwer abschätzbar (vgl. auch Weinert & Waldmann, 1985) und werden in der Folge nicht näher diskutiert. Für unsere Fragestellung scheint lediglich interessant festzuhalten, daß es beträchtliche Variationen im geschätzten IQ gab: ein nicht unerheblicher Prozentsatz der erfaßten genialen Persönlichkeiten wäre demnach wohl mit einer überdurchschnittlichen, nicht jedoch unbedingt enorm hohen Intelligenz ausgestattet gewesen.

Ungleich wertvoller scheint demgegenüber eine Studie von Roe (1952, 1953), die eine Stichprobe von 64 zeitgenössischen hervorragenden Wissenschaftlern rekrutierte und die Voraussetzungen für deren enorme kognitive Produktivität näher zu bestimmen versuchte. Wohl ergaben sich für die Mehrzahl der untersuchten Probanden (nicht jedoch für alle!) überdurchschnittliche Intelligenzkennwerte, doch schien dies angesichts der beträchtlichen Streuung nicht das wesentliche Bestimmungsmerkmal zu sein. Allen Wissenschaftlern gemeinsam war dagegen, daß sie sich völlig ihrer Arbeit gewidmet hatten, nachdem sie in unterschiedlichen Phasen ihres Studiums besondere Erfolgserlebnisse verspürt hatten. Roe (1953) faßt ihre Erkenntnis so zusammen:

„Nachdem sie erste Forschungsarbeiten erfolgreich abgeschlossen und begriffen hatten, daß eigene Forschung tatsächlich möglich war, gab es kein Halten mehr. Dies war der entscheidende Punkt . . . Von nun an gingen sie so vollständig in ihrem Beruf auf, daß alle anderen Aktivitäten ernsthaft eingeschränkt wurden . . . Obwohl es einigen von ihnen mit zunehmendem Alter gelungen ist, die tägliche Arbeitszeit etwas zu reduzieren, arbeiten sie weiterhin nachts, an Sonntagen und während der Ferien, so wie sie es schon immer getan haben. Die meisten von ihnen sind bei der Arbeit am glücklichsten; einige sind nur glücklich, wenn sie arbeiten. In all diesen Fällen sind andere Aspekte wie etwa die finanzielle Entschädigung, der soziale oder berufliche Status nur zweitrangig.“ (Roe, 1953, p.49; Übersetzung von W.S.).

Dieser Befund ist einmal insofern interessant, als er die Relevanz eher nichtkognitiver Merkmale wie Ausdauer und Arbeitsbesessenheit für spätere kognitive Produktivität herausstellt. Er bietet demnach eine weitere Rechtfertigung für die explizite Berücksichtigung nichtkognitiver Merkmale in Klassifikationsmodellen der Hochbegabtenforschung. Der Umstand, daß die Weichen für die berufliche Entwicklung dieser Ausnahmeköner meist erst zu einem relativ späten Zeitpunkt (während des Studiums) gestellt wurden, verdeutlicht andererseits aber auch die Problematik des Versuchs, kognitive Höchstleistungen allein aufgrund früher Fähigkeitsdiagnosen vorherzusagen. Die Ausführungen von Roe scheinen schließlich zumindest indirekt auf die Relevanz eines Faktors hinzuweisen, der in den bisher erwähnten Vorhersagemodellen kognitiver Höchstleistung nicht explizit enthalten ist: die abschließliche Beschäftigung mit einem bestimmten Themenbereich führt sicherlich dazu, daß in einem überschaubaren Zeitintervall enormes bereichsspezifisches Wissen aufgebaut wird. Im folgenden wird deshalb auf diesen in den beschriebenen Ansätzen eher vernachlässigten Aspekt gezielt eingegangen und die Rolle des bereichsspezifischen Wissens bei intellektuellen Höchstleistungen genauer analysiert.

Die Rolle des Wissens für kognitive Höchstleistungen: Befunde zum Experten-Novizen-Paradigma

Der Einfluß bereichsspezifischen Wissens auf kognitive Leistungen ist in den letzten Jahren innerhalb der kognitiven Psychologie anhand von Modellen untersucht worden, die aus Informationsverarbeitungstheorien abgeleitet waren. Auch innerhalb der Hochbegabtenforschung sind in neuerer Zeit Ansätze entwickelt worden, die stärker auf Informationsverarbeitungsmodellen aufbauen. Im Unterschied zu den eher psychometrisch orientierten Ansätzen der Hochbegabtenforschung konzentrieren sich diese von Heller und Hany als „kognitive-Komponenten“-Ansätze bezeichneten Konzepte weniger auf resultierende Testleistungen als vielmehr auf die dafür notwendigen

kognitiven Prozesse. So wurden etwa theoretisch fundierte Testaufgaben entwickelt, die „Einsicht“ in neuartige Problemkonstellationen zu erfassen versuchen (z.B. Davidson & Sternberg, 1984; Davidson, 1986; Sternberg 1986) oder aber die Bedeutung *allgemeinen* Weltwissens bzw. *allgemeinen* strategischen Wissens herausstellten (Borkowski & Peck, 1986).

Im Hinblick auf die Erklärung von kognitiven Höchstleistungen im Erwachsenenalter erscheint dieser Ansatz jedoch suboptimal, da (1) keine empirische Beziehung zwischen früher Kompetenz und späterer Produktivität hergestellt wurde (vgl. Jackson & Butterfield, 1986), (2) die Kriteriumsaufgaben meist zu eng gewählt wurden, um Aussagen über komplexe Problemlösefähigkeiten zu erlauben (vgl. Waldmann & Weinert, im Druck) und (3) der Einfluß *bereichsspezifischen* Wissens nur ungenügend berücksichtigt wurde. Es scheint im Hinblick auf die gewählte Fragestellung ungleich sinnvoller, auf einen Ansatz zu rekurrieren, bei dem die *bereichsspezifische* Problemlösekompetenz von Experten mit der von Personen verglichen wird, die in dem untersuchten Bereich lediglich über rudimentäre Kenntnisse verfügen. Die folgenden Ausführungen stützen sich allesamt auf Erkenntnisse, die im Rahmen dieses sog. „*Experten-Novizen-Paradigmas*“ gewonnen worden sind.

Zur Informationsverarbeitung von Experten und Novizen: Quantitative und qualitative Unterschiede

Die Problemlösekompetenzen von Experten und Novizen wurden besonders häufig für Physik- bzw. Schachaufgaben verglichen. Als Versuchspersonen dienten dabei in der Regel Physikprofessoren versus Physikstudenten bzw. Schach-Turnierspieler versus Schachanfänger.

Welche Unterschiede zwischen Experten und Novizen haben sich in diesen Studien ergeben? Betrachten wir zunächst einmal ein typisches Beispiel aus dem Bereich Physik. Larkin, McDermott, Simon und Simon (1980) gaben etwa eine Aufgabe vor, bei der auf einer Graphik ein Block gezeigt wurde, der auf einer

schiefen Ebene zu rutschen beginnt. Die Versuchspersonen erhielten Informationen über die Masse, den Neigungswinkel, die Weglänge und den Reibungskoeffizienten und sollten angeben, welche Geschwindigkeit der Block am Endpunkt der Bahn aufweisen würde.

Es verwundert wenig, daß sich in dieser Studie (wie in den meisten anderen) deutliche *quantitative* Unterschiede in der Lösungszeit für Experten und Novizen ergaben: Physikprofessoren waren im Durchschnitt etwa viermal so schnell wie Physikstudenten. Wesentlich interessanter erscheinen *qualitative* Unterschiede im Lösungsprozeß. Larkin et al. forderten ihre Versuchspersonen während der Problemlösung dazu auf, laut zu denken. Die Analyse dieser Denkprotokolle ergab, daß Anfänger vorwiegend eine Strategie der „Rückwärtssuche“ wählten, während die Experten die Strategie der „Vorwärtssuche“ bevorzugten. Damit ist gemeint, daß die Novizen sich zunächst auf die gesuchte Größe (Geschwindigkeit) konzentrierten und dann schrittweise die für deren Berechnung notwendigen Größen ermittelten. Demgegenüber verwenden Experten anfangs mehr Zeit auf eine „qualitative“ Problemanalyse, bevor zur Suche nach den relevanten Gleichungen und deren Lösung übergegangen wird. Ihre „Vorwärtsstrategie“ besteht darin, daß von denjenigen Variablen ausgegangen wird, die in der Problemformulierung vorgegeben sind, und dann sukzessive Gleichungen generiert werden, die sich anhand der vorgegebenen Informationen lösen lassen.

Die Arbeitsgruppe um Chi und Glaser (Chi, Feltovich & Glaser, 1981; Chi, Glaser & Rees, 1982) hat weitere Belege dafür erbracht, daß sich Physik-Experten und -Novizen schon in der anfänglichen „qualitativen“ Problemanalyse bzw. -repräsentation bedeutsam unterscheiden. In den Abbildungen 3 und 4 sind Teilergebnisse einer Studie dargestellt, bei der es darum ging, 40 vorgegebene Physikprobleme im Hinblick auf ihre Ähnlichkeit zu klassifizieren. Nach einer ersten Klassifikation der Probleme in separate Aufgabenkategorien wurden die Probanden aufgefordert, weitere Unterteilungen der Problemkategorien vorzunehmen. Der letzte Schritt bestand darin, daß die Pro-

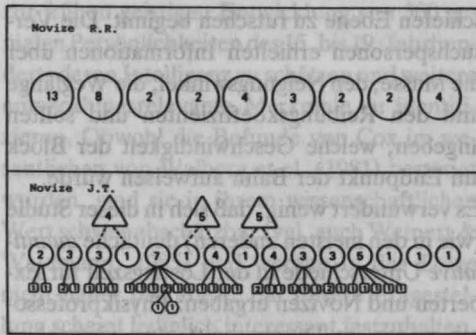


Abbildung 3: Gruppierungen von 40 Physikproblemen durch Novizen ○ = Ausgangsgruppierung; □ und ○ = Folgegruppierungen; △ = Kombinationen der Folgegruppierungen (nach Chi et al., 1982, S. 50).

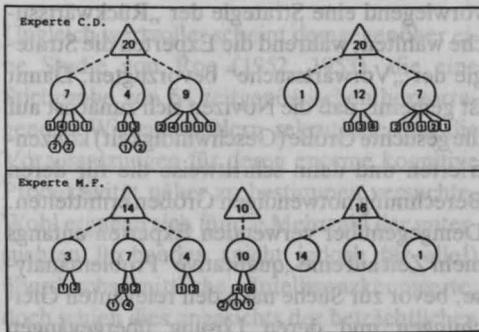


Abbildung 4: Gruppierungen von 40 Physikproblemen durch Experten ○ = Ausgangsgruppierung; □ und ○ = Folgegruppierungen; △ = Kombinationen der Folgegruppierungen. (nach Chi et al., 1982, S. 50).

banden nun versuchen sollten, die anfänglichen Problemkategorien in übergeordnete Einheiten zusammenzufassen.

Aus Abbildung 3 geht hervor, daß die beiden Novizen die 40 Probleme im ersten Sortiervorgang relativ vielen Problemgruppen zuordnen (vgl. die Kreise in Abbildung 3). Während der Student R.R. weder weitere Untergliederungen noch Kombinationen der Problemkategorien vornehmen kann, fallen die weiteren Untergliederungen des Novizen J.T. so subtil aus, daß jedes Problem im Endeffekt eine eigene Kategorie ausmacht. Die Ähnlichkeitseinschätzungen der Novizen basieren dabei im

wesentlichen auf gemeinsamen Oberflächenmerkmalen der Aufgaben (z.B. der Neigung von Ebenen oder Rotationswinkeln). Wie Abbildung 4 zeigt, weisen die Klassifikationen von Experten eine andere hierarchische Struktur auf. Der Experte C.D. gruppierte die Aufgaben zunächst nach gemeinsamen physikalischen Prinzipien (z.B. Energie-Erhaltungsprinzip), um sie im letzten Schritt nach zwei allgemeinen Gesetzmäßigkeiten (Konservierungs- bzw. Bewegungsgesetze) zu kombinieren. Interessanterweise entsprachen die (durch Quadrate indizierten) Feinkategorisierungen der Experten in etwa den Anfangsklassifikationen der Novizen, was verdeutlicht, daß die Anfangskategorisierungen der Experten auf einer höheren Hierarchiestufe anzusiedeln sind.

Studien über Schachmeister und -anfänger bieten weitere wichtige Informationen zur Frage, worin sich Experten und Novizen ähnlich sind bzw. unterscheiden. Wiederum erscheint der Befund relativ trivial, daß Schachprobleme von Könnern im Vergleich zu Novizen wesentlich schneller gelöst werden. Interessanter scheint in diesem Zusammenhang schon, daß in etwa die gleiche Geschwindigkeitsproportion (4:1) ermittelt wurde, die schon für den Physikbereich zutrif (vgl. Chi, Glaser & Rees, 1982). In der klassischen Studie von deGroot (1965, 1966) ergab sich als wesentlicher Befund, daß sich Schachmeister und -anfänger weder in der Anzahl der antizipierten Schachzüge noch in der gewählten Suchstrategie unterschieden. Die Schachexperten unterschieden sich dagegen von durchschnittlichen Spielern insbesondere durch das schnellere Einprägen kurzzeitig dargebotener Schachkonstellationen. Dieser Vorteil ließ sich nicht auf einen leistungsfähigeren visuellen Kurzzeitspeicher zurückführen, da die Erinnerungsdifferenzen bei zufällig angeordneten Schachfiguren verschwanden. Wie Weinert und Waldmann (1985) herausstellten, scheint vielmehr der Umstand entscheidend zu sein, daß Schachexperten über ein Repertoire von etwa 50000 Schachmustern verfügen, die sie blitzschnell wiedererkennen und für ihr Problemlöseverhalten nutzen können, während ein guter Vereinsspieler nur etwa 1000

Figurenmuster wiedererkennen kann. Ein Extrembeispiel für diese spezifische Gedächtnisfertigkeit stellt sicherlich der amtierende Weltmeister Kasparow dar (vgl. Der Spiegel, Hefte 52 und 53, 1987). Aus einer Sammlung von einigen zehntausend Meisterpartien, die zwischen 1927 und 1987 gespielt worden waren, sollte Kasparow einige wenige ausgewählte Partien aufgrund typischer Stellungen auf dem Schachbrett wiedererkennen. Ohne überhaupt nachdenken zu müssen, nannte er die Spieler, den Ort und das Jahr dieser Partien und führte dieses beeindruckende Ergebnis selbst darauf zurück, daß er so viele Partien im Kopf habe wie andere Leute Wörter.

Diese Ergebnisse demonstrieren die besondere Bedeutung des bereichsspezifischen Wissens für schachbezogene Gedächtnistests. In einer Arbeit von Chase und Simon (1973) wurde versucht, die zugrundeliegenden Mechanismen für die Überlegenheit von Schachexperten bei solchen Aufgaben näher zu bestimmen. Chase und Simon (1973) konnten dabei anhand einer Detailanalyse verbaler Gedächtnisprotokolle nachweisen, daß Experten die Schachkonfigurationen in Form größerer zusammenhängender Einheiten, sog. „chunks“ erinnern. Wenn auch bei Novizen solche Kategorisierungen teilweise zu beobachten waren, enthielten deren „chunks“ vergleichsweise wenige Elemente. Im Hinblick auf die Erklärung von Expertise scheint ein solches „chunking“ sowohl bei der Einspeicherung wie auch beim Abruf von Informationen aus dem Langzeitspeicher eminent wichtig: Es ermöglicht einerseits den schnelleren Erwerb neuen Wissens, führt andererseits aber auch dazu, daß eine Vielzahl solcher „chunks“ im Langzeitspeicher direkt verfügbar und automatisch abrufbar sind (vgl. auch Chase & Ericsson, 1982; Ericsson, 1985). Die erstaunlichen Leistungen von Schachmeistern im Simultanspiel lassen sich so auch besser erklären: die Experten benötigen kaum „tiefes“ Denken, sondern vielmehr ihre überlegene Fähigkeit zur Wiedererkennung von Schachmustern, um mehrere schwächere Spieler gleichzeitig schlagen zu können (vgl. auch Rabinowitz & Glaser, 1985).

Zur Rolle von „chunking“ beim Erwerb von Expertise

Will man den Aufbau von Expertise etwa im Schachspiel genauer beobachten, scheinen die praktischen Probleme gravierend. Chase & Simon (1973) schätzten über Simulationsmodelle, daß ein guter Schachspieler über etwa 1000 verschiedene „chunks“ oder Schachmuster verfügen sollte, für deren Erwerb ein Zeitaufwand zwischen 1000 und 5000 Stunden erforderlich sein dürfte. Experimentelle Studien zum Erwerb von Schachexpertise scheinen von daher enorm aufwendig. In der Literatur finden sich statt dessen zwei unterschiedliche Ansätze, die dieses Dilemma umgehen: (1) Vergleiche von jungen Schachexperten mit erwachsenen Schachnovizen können Hinweise darauf geben, ob bereichsspezifisches Wissen und „chunking“ schachbezogene Gedächtnisleistungen frühzeitig bedeutsam beeinflussen; (2) Experimentelle Trainingsstudien für einfach strukturierte Gedächtnisaufgaben bieten den Vorteil, daß Expertise innerhalb weniger Monate erworben werden und die erklärungsrelevanten Mechanismen relativ gut isoliert werden können.

Der Vergleich von jungen Schachexperten mit erwachsenen Novizen findet sich in der klassischen Studie von Chi (1978). Die Kinder waren im Durchschnitt 10 Jahre alt; bei den Erwachsenen handelte es sich um Studenten. Den Probanden wurden zwei verschiedene Gedächtnisaufgaben vorgegeben: eine Aufgabe überprüfte das Gedächtnis für Schachpositionen, die andere die Gedächtnisspanne für einfaches Zahlenmaterial. Die wesentlichen Befunde sind in Abbildung 5 wiedergegeben. Es zeigte sich, daß die jungen Schachexperten den erwachsenen Schachnovizen in der schachbezogenen Gedächtnisaufgabe signifikant überlegen waren, während sich für die Gedächtnisspannenaufgabe der umgekehrte und erwartungsgemäße Befund ergab.

Chi (1978) konnte weiterhin nachweisen, daß die jungen Schachexperten in der Schachaufgabe mehr „chunks“ und innerhalb der „chunks“ mehr Items als die erwachsenen Novizen erinnerten. Sie sah damit die Annahme von Chase und Simon (1973) bestätigt, derzufolge „chun-

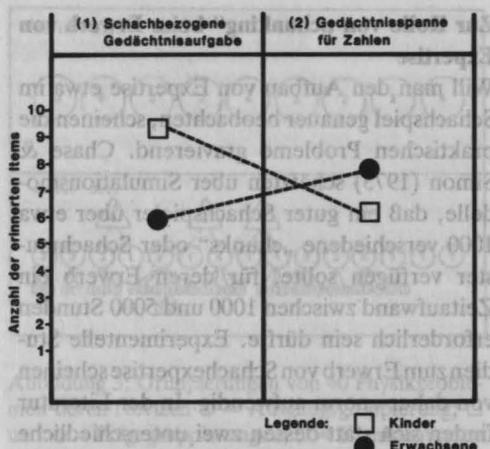


Abbildung 5: Gedächtnisleistungen von erwachsenen Schach-Novizen und jungen Schach-Experten für schachbezogene und neutrale Aufgaben (nach Chi, 1978).

king“ für bessere bereichsspezifische Gedächtnisleistungen verantwortlich ist. Die Relevanz bereichsspezifischen Wissens für Gedächtnisleistungen schien in der Studie von Chi (1978) dadurch eindrucksvoll demonstriert, daß die üblichen Alterseffekte bei Gedächtnisaufgaben hier nicht nur kompensiert, sondern sogar umgekehrt werden konnten.

Chase und Ericsson (1982; Ericsson, 1985)

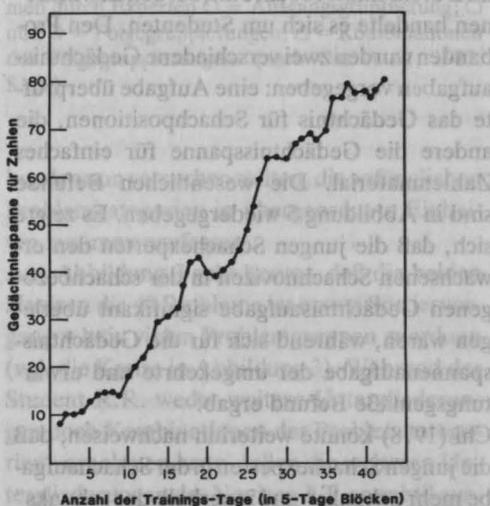


Abbildung 6: Durchschnittliche Vergrößerung der Gedächtnisspanne von Studenten als Folge ausgedehnter Übung (nach Chase & Ericsson, 1981).

benutzen eine Gedächtnisspannen-Aufgabe mit Zahlenmaterial, um den Erwerb von Expertise genauer zu studieren. Dabei wird den Probanden eine Zahlenfolge langsam vorgelesen, die unmittelbar danach reproduziert werden muß. Im Fall einer korrekten Reproduktion wird die Zahlenfolge beim nächsten Durchgang um 1 erhöht. Die durchschnittliche Gedächtnisspanne von Erwachsenen liegt etwa bei 7 Zahlen. In Abbildung 6 ist nun die erstaunliche Trainingsentwicklung des Studenten S.F. wiedergegeben, der nach etwa 100 Trainingsstunden imstande war, seine Gedächtnisspanne von 7 auf 79 Ziffern zu steigern. Verbale Selbstberichte gaben Hinweise darauf, wie es zu dieser beeindruckenden Expertise gekommen war. S.F. entdeckte während der anfänglichen Trainingsstunden, daß er sein enormes Wissen über Langlaufzeiten (Rekorde) für diese Übung gewinnbringend einsetzen konnte. So interpretierte und speicherte er die einzelnen Ziffern zunächst als für ihn sinnvolle dreistellige Laufzeiten. In späteren Trainingsperioden ging er dann dazu über, nicht als Laufzeiten zu interpretierende Ziffernfolgen als Altersangaben zu enkodieren und verstand es bald weiterhin, mehrere Laufzeit-„chunks“ miteinander zu verknüpfen. Die Wirkung solcher assoziativen Verknüpfungstechniken läßt sich aus Abbildung 6 unschwer erkennen. Es ließ sich damit zeigen, daß außergewöhnliche Gedächtnisleistungen durch Prozesse zustande kommen, die sich von den Verarbeitungsprozessen der Novizen qualitativ unterscheiden. Interessanterweise fand sich keine Lernübertragung auf die Gedächtnisspanne für Buchstaben, die weiterhin etwa bei sieben Einheiten lag. Es bestand hier für den Probanden keine Möglichkeit, sein Expertenwissen über Laufzeiten in irgendeiner Weise anzubringen. Es ist an dieser Stelle anzumerken, daß es sich bei dem Probanden S.F. nicht um einen Sonderfall handelt. Trainingsstudien der Arbeitsgruppe um Paul Baltes (Kliegl, Smith & Baltes, 1986; Kliegl, Smith, Heckhausen & Baltes, 1986) haben gezeigt, daß sich die Gedächtnisspanne von unausgelesenen Probandengruppen unterschiedlicher Altersstufen ähnlich beeindruckend steigern läßt.

Kann Wissen mangelnde Fähigkeiten kompensieren?

Die bisher aufgeführten Belege für die außergewöhnlich großen Effekte des bereichsspezifischen Wissens auf resultierende Leistungen suggerieren den Eindruck, daß demgegenüber Unterschiede im intellektuellen Fähigkeitsniveau relativ bedeutungslos werden. Darauf deuten auch Untersuchungen hin, die mit Schachweltmeister Kasparow und 30 deutschen Bundesliga-Schachspielern durchgeführt wurden (vgl. Der Spiegel, 1987, Heft 52). Es ergaben sich hier keinerlei Zusammenhänge zwischen der Spielstärke von Schachspielern und ihrem Intelligenzquotienten. Im Hinblick auf Kasparow selbst ist anzumerken, daß er zwar in verschiedenen Intelligenztests jeweils überdurchschnittliche Intelligenzwerte erzielte, daß diese Werte jedoch beispielsweise nicht ausgereicht hätten, um in Termans Hochbegabtenstichprobe aufgenommen zu werden. Es gibt inzwischen Arbeiten, die nicht mit reinen Hochbegabten operieren, aber aufgrund ihrer experimentellen Anlage Hinweise auf die Rolle von Wissen und Fähigkeit bei Gedächtnisproblemen geben.

Schneider, Körkel und Weinert (1987) gingen der Frage nach der relativen Bedeutsamkeit von Vorwissen und intellektuellen Fähigkeiten in einer Studie nach, in der die Textreproduktionen bzw. das Textverständnis von Kindern unterschiedlicher Altersgruppen (Dritt-, Fünft- und Siebtkläßler) geprüft wurde. Das Besondere an der Untersuchung bestand darin, daß die Stichprobe sich jeweils zur Hälfte aus Fußballexperten und -novizen zusammensetzte und die zu erinnernde Geschichte Ereignisse eines Fußballspiels beschrieb (ohne dabei für Fußball-Novizen schwer verständlich zu sein). Um die relativen Effekte von intellektuellen Fähigkeiten und Vorwissen auf Texterinnerung und -verständnis erfassen zu können, wurden innerhalb der Gruppen von Experten und Novizen wiederum Subgruppen von Schülern gebildet, die sowohl im Hinblick auf Intelligenz als auch Lernerfolg in der Schule entweder über- oder unterdurchschnittlich abschnitten. Auf jeder Klassenstufe resultierten also jeweils zwei Experten- und Novizengruppen („Gutler-

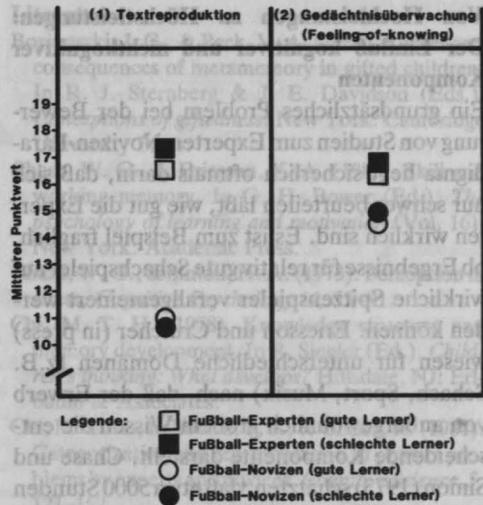


Abbildung 7: Durchschnittliche Textreproduktion bzw. Gedächtnisüberwachungsleistung von Fußball-Experten bzw. Novizen der fünften Klassenstufe, separat für leistungsstarke bzw. -schwache Schüler (nach Schneider, Körkel & Weinert, 1987).

ner“ – versus „Schlechtlerner“ – Experten bzw. -novizen). Da sich für alle drei untersuchten Altersgruppen direkt vergleichbare Ergebnismuster zeigten, sind in Abbildung 7 lediglich die wesentlichen Befunde für eine Altersgruppe wiedergegeben. Es läßt sich daraus leicht ablesen, daß das Fußballwissen einen enormen Effekt auf die Erinnerungsleistung hatte. Demgegenüber spielte es keine Rolle, ob es sich bei den Kindern um gute oder schlechte Lerner handelte: „Schlechtlerner“-Experten schnitten genauso gut ab wie „Gutlerner“-Experten und waren „Gutlerner“-Novizen signifikant überlegen. Wenn auch die Unterschiede zwischen Novizen und Experten für eine Gedächtnisüberwachungsaufgabe (Sicherheitsurteile bei der Bearbeitung eines textbezogenen Lückentests) nicht mehr so deutlich ausfielen wie bei der Textreproduktionsaufgabe, geht auch hier aus dem Ergebnismuster hervor, daß Fähigkeitsunterschiede keinen erkennbaren Einfluß auf die Leistung hatten.

Insgesamt legen es also auch diese Befunde nahe, dem verfügbaren Vorwissen eine bedeutend größere Rolle für Leistungsresultate zuzuschreiben.

Von Hochleistungen zu Höchstleistungen: Der Einfluß kognitiver und nichtkognitiver Komponenten

Ein grundsätzliches Problem bei der Bewertung von Studien zum Experten-Novizen-Paradigma liegt sicherlich oftmals darin, daß sich nur schwer beurteilen läßt, wie gut die Experten wirklich sind. Es ist zum Beispiel fraglich, ob Ergebnisse für relativ gute Schachspieler auf wirkliche Spitzenspieler verallgemeinert werden können. Ericsson und Crutcher (in press) wiesen für unterschiedliche Domänen (z.B. Schach, Sport, Musik) nach, daß der Erwerb von außergewöhnlich großem Wissen die entscheidende Komponente darstellt. Chase und Simon (1973) schätzten, daß etwa 5000 Stunden Training ausreichen, um Schach-Experte zu werden, daß man es aber wohl erst nach etwa 50000 Stunden intensiver Übung zum Schachgroßmeister bringen kann. Die Analysen von Ericsson und Crutcher (in press) legen den Schluß nahe, daß Höchstleistungen in der Wissenschaft, im Schach, im Sport und in der Musik eine intensive Arbeit von mindestens zehn Jahren voraussetzen (vgl. auch Hayes, 1985; Walberg et al., 1984).

Dies bedeutet gleichzeitig, daß nichtkognitive Merkmale wie überdauernde Motivation, Ausdauer und Selbstkontrolle hochrelevant werden. Ericsson und Crutcher (in press) wie auch Howe (1982) gehen davon aus, daß diese nichtkognitiven Merkmale sogar die entscheidenden Bedingungen für die Genese außergewöhnlicher Leistungen sind. Die Einschätzung von Ericsson und Crutcher, derzufolge intellektuelle Fähigkeiten kaum einen wesentlichen Beitrag leisten, scheint jedoch insofern verfehlt, als in allen aufgeführten Beispielen von außergewöhnlicher Leistung auch überdurchschnittliche Fähigkeitsniveaus registriert wurden. Die Formulierung, daß erst ab einem bestimmten Grenzwert kognitiver Fähigkeit individuelle Intelligenzunterschiede keine Rolle mehr spielen, dürfte der Realität eher entsprechen.

Dieser Befund ist im übrigen durchaus mit den Ergebnissen von Terman (1954) kompatibel, der Extremgruppen besonders erfolgreicher und erfolgloser Probanden verglich. Die bei-

den Gruppen unterschieden sich nicht im Hinblick auf ihre Intelligenz, wohl aber in Persönlichkeitsmerkmalen wie Leistungsmotivation, Ausdauer und Selbstvertrauen, für die in der Extremgruppe der beruflich Erfolgreichen jeweils bedeutsam günstigere Werte gefunden wurden.

Zusammenfassende Bewertung

In einem ersten Schritt wurde zu zeigen versucht, daß trotz unverkennbarer Fortschritte im Bereich der Hochbegabtenforschung dieser Ansatz nur begrenzt zur Beantwortung der Frage herangezogen werden kann, welche Merkmale intellektuelle Höchstleistungen determinieren: während die Leistungsentwicklung hochbegabter Kinder in der Schule über diesen Ansatz relativ gut vorhergesagt werden kann, liefert er nur unbefriedigende Ergebnisse, wenn es um die Prognose späterer beruflicher Entwicklungen geht.

Es scheint von daher sinnvoller, von Personengruppen auszugehen, die bereits herausragende intellektuelle Leistungen erbracht haben. Erste einschlägige retrospektive Arbeiten legen den Schluß nahe, daß weniger allgemeine Fähigkeitsniveaus als vielmehr extrem ausgeprägte Persönlichkeitsmerkmale wie Ausdauer, Konzentrationsvermögen, Leistungsmotivation und berufliches Engagement wesentliche Bedingungsmerkmale für Spitzenleistungen darstellen.

Die Ergebnisse dieser Studien implizieren gleichzeitig, daß dem bereichsspezifischen Wissen eine wichtige Rolle bei der Entwicklung außergewöhnlichen Leistungspotentials zukommt. Diese Annahme läßt sich durch zahlreiche Studien zum Experten-Novizen-Paradigma eindrucksvoll bestätigen. Das enorme bereichsspezifische Wissen von Experten kann einerseits die beobachteten *quantitativen* Leistungsunterschiede erklären: bei der Problemlösung können Experten nämlich auf weitgehend automatisierte Routinen zurückgreifen, während Novizen meist bewußte, aufwendige Lösungsvorgänge einleiten, die notwendigerweise zu längeren Bearbeitungszeiten führen. Andererseits scheinen *qualitative* Unterschiede in den Problemlöseaktivitäten von Experten

und Novizen für die Erklärung außergewöhnlicher Leistung besonders wichtig. Der Erwerb von Expertise bringt es mit sich, daß vertraute Elemente in immer größeren Einheiten gespeichert und abgerufen werden können. Dies führt dazu, daß vorgegebene Aufgaben von Experten qualitativ anders als von Novizen repräsentiert werden, und bei ihnen in vielen Fällen Muster-Wiedererkennungsprozesse dort hinreichend sind, wo Novizen ihr Kurzzeitgedächtnis strapazieren müssen. Es scheint dabei, daß die Zahl und Größe der insgesamt gespeicherten Problemmuster zwischen fachspezifischen Experten und ausgesprochenen Spitzenkönnern differenziert, wobei insbesondere die Intensität und Dauer des bereichsspezifischen Trainings determiniert, ob Spitzenleistungen erzielt werden können. Wenn ein bestimmter Fähigkeitsgrenzwert erreicht bzw. überschritten ist, scheinen also im wesentlichen Persönlichkeitsmerkmale wie Leistungsmotivation, extreme Ausdauer und Konzentrationsvermögen darüber zu entscheiden, in welchem Umfang das für die Spitzenleistung notwendige Wissen aufgebaut werden kann.

Es sei abschließend darauf hingewiesen, daß hochbegabte Kinder sicherlich prinzipiell die besten kognitiven Voraussetzungen für einen effizienten Wissensaufbau mitbringen. Das grundsätzliche Problem dieser Kinder scheint darin zu bestehen, daß sie in traditionellen schulischen Lernsituationen stark unterfordert werden und die für die spätere Leistungsentwicklung so relevanten nichtkognitiven Merkmale möglicherweise verkümmern. Ein Ziel von Talentförderung sollte also auch darin bestehen, das Beharrungsvermögen und Engagement in Aufgabenkontexten zu schulen, die für diese Kinder echte Herausforderungen darstellen können und durchaus auch mit Mißerfolgen verknüpft sind. Es scheint erfreulich, daß neuere Förderungskonzeptionen gerade diesen Motivierungsaspekt angehen und Gewicht darauf legen, daß hochbegabte Kinder ihre Fähigkeiten durch Investierung persönlicher Anstrengung ausschöpfen (vgl. Weinert & Wagner, 1987).

Literatur

- Borkowski, J. G., & Peck, V. A. (1986). Causes and consequences of metamemory in gifted children. In R. J. Sternberg & J. E. Davidson (Eds.), *Conceptions of giftedness*. New York: Cambridge University Press.
- Chase, W. G., & Ericsson, K. A. (1982). Skill and working memory. In G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (Vol. 16). New York: Academic Press.
- Chase, W. G., & Simon, H. A. (1973). Perception in chess. *Cognitive Psychology*, 4, 55-81.
- Chi, M. T. H. (1978). Knowledge structure and memory development. In R. Siegler (Ed.), *Children's thinking: What develops?* Hillsdale, NJ: Erlbaum & Associates.
- Chi, M. T. H., Feltovich, P. J., & 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). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Cox, C. M. (1926). *Genetic studies of genius. The early mental traits of three hundred geniuses* (Vol. 2). Stanford: Stanford University Press.
- Davidson, J. E. (1986). The role of insight in giftedness. In R. J. Sternberg & J. E. Davidson (Eds.), *Conceptions of giftedness*. New York: Cambridge University Press.
- Davidson, J. E., & Sternberg, J. R. (1984). The role of insight in intellectual giftedness. *Gifted Child Quarterly*, 28, 58-64.
- De Groot, A. D. (1965). *Thought and choice in chess*. The Hague: Mouton.
- De Groot, A. D. (1966). Perception and memory versus thought: Some old ideas and recent findings. In B. Kleinmuntz (Ed.), *Problem solving*. New York: Wiley.
- Der Spiegel (1987). *Hefte 52 und 53*.
- Ericsson, K. A. (1985). Memory skill. *Canadian Journal of Psychology*, 39, 188-231.
- Ericsson, K. A., & Crutcher, R. J. (in press). The nature of exceptional performance. In P. B. Baltes, D. L. Featherman & R. M. Lerner (Eds.), *Lifespan development and behavior* (Vol. 10). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Hany, E. A. (1987). *Modelle und Strategien zur Identifikation hochbegabter Schüler*. Unveröffentlichte Dissertation. München: Ludwig-Maximilians-Universität.
- Hayes, J. R. (1985). Three problems in teaching general skills. In S. Chipman, J. Segal & R. Glaser (Eds.), *Thinking and learning skills* (Vol. 2). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Heller, K. A. (1986). Psychologische Probleme der Hochbegabtenforschung. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 18, 335-361.

- Heller, K. A., & Hany, E. A. (1986). Identification, development and achievement analysis of talented and gifted children in West Germany. In K. A. Heller & J. F. Feldhusen (Eds.), *Identifying and nurturing the gifted. An international perspective*. Toronto: Huber.
- Howe, M. J. A. (1982). Biographical evidence and the development of outstanding individuals. *American Psychologist*, 37, 1071-1082.
- Jackson, N. E., & Butterfield, E. C. (1986). A conception of giftedness designed to promote research. In R. J. Sternberg & J. E. Davidson (Eds.), *Conceptions of giftedness*. New York: Cambridge University Press.
- Kliegl, R., Smith, J., & Baltes, P. B. (1986). Testing-the-limits, expertise, and memory in adulthood and old age. In F. Klix & H. Hagendorf (Eds.), *Human memory and cognitive capacities, Part A*. Amsterdam: North Holland.
- Kliegl, R., Smith, J., Heckhausen, J., & Baltes, P. B. (1986). Ausbildung zum Gedächtniskünstler. *Unterrichtswissenschaft*, 14, 29-39.
- Larkin, J., McDermott, J., Simon, D. P., & Simon, H. A. (1980). Expert and novice performance in solving physics problems. *Science*, 208, 1335-1342.
- Oden, M. H. (1968). The fulfilment of promise: 40-year follow-up of the Terman gifted groups. *Genetic Psychological Monographs*, 77, 3-93.
- Rabinowitz, M., & Glaser, R. (1985). Cognitive structure and process in highly competent performance. In F. D. Horowitz & M. O'Brien (Eds.), *The gifted and talented: Developmental perspectives*. Washington, D.C.: APA.
- Renzulli, J. S. (1978). What makes giftedness? Re-examining a definition. *Phi Delta Kappan*, 60, 180-184.
- Renzulli, J. S. (1986). The three-ring conception of giftedness: A developmental model for creative productivity. In R. J. Sternberg & J. E. Davidson (Eds.), *Conceptions of giftedness*. New York: Cambridge University Press.
- Roe, A. (1952). *The making of a scientist*. New York: Dodd, Mead.
- Roe, A. (1953). A psychological study of eminent psychologists and anthropologists, and a comparison with biological and physical scientists. *Psychological Monographs: General and Applied*, 67, 1-55.
- Samson, G. E., Grane, M. E., Weinstein, T., & Walberg, H. J. (1984). Academic and occupational performance: A quantitative synthesis. *American Educational Research Journal*, 21, 311-321.
- Schneider, W., Körkel, J., & Weinert, F. E. (1987). *Knowledge base and memory performance: A comparison of academically successful and unsuccessful learners*. Paper presented at the annual meetings of the American Educational Research Association. Washington, D.C.:
- Sears, R. R. (1984). The Terman Gifted Children Study. In S. A. Mednick, M. Harway & K. M. Finello (Eds.), *Handbook of Longitudinal Research* (Vol. 1). New York: Praeger.
- Siegler, R. S., & Kotovsky, K. (1986). Two levels of giftedness: Shall ever the twain meet? In R. J. Sternberg & J. E. Davidson (Eds.), *Conceptions of giftedness*. New York: Cambridge University Press.
- Sternberg, R. J. (1986). A triarchic theory of intellectual giftedness. In R. J. Sternberg & J. E. Davidson (Eds.), *Conceptions of giftedness*. New York: Cambridge University Press.
- Terman, L. M. (1925). *Genetic studies of genius. Mental and physical traits of a thousand gifted children* (Vol. 1). Stanford: Stanford University Press.
- Terman, L. M. (1954). The discovery and encouragement of exceptional talent. *American Psychologist*, 9, 221-230.
- Terman, L. M., & Oden, M. H. (1959). *Genetic studies of genius. The gifted child grows up* (Vol. 4). Stanford: Stanford University Press.
- Walberg, H. J., Strykowski, B. F., Rovai, E., & Hung, S. S. (1984). Exceptional performance. *Review of Educational Research*, 54, 87-112.
- Walberg, H. J., Tsai, S., Weinstein, T., Gabriel, C., Rasher, S., Rosecrans, T., Rovai, E., Ide, J., Trujillo, M., & Vukosavich, P. (1981). Childhood traits and environmental conditions of highly eminent adults. *Gifted Child Quarterly*, 25, 103-107.
- Waldmann, M. R., & Weinert, F. E. (in press). *Das Denken Hochbegabter*. Göttingen: Hogrefe.
- Weinert, F. E., & Wagner, H. (1987). *Die Förderung Hochbegabter in der Bundesrepublik Deutschland: Probleme, Positionen, Perspektiven*. Bad Honnef: Brock.
- Weinert, F. E., & Waldmann, M. R. (1985). Das Denken Hochbegabter - Intellektuelle Fähigkeiten und kognitive Prozesse. *Zeitschrift für Pädagogik*, 31, 789-804.
- Wieczerkowski, W., & Wagner, H. (1985). Diagnostik von Hochbegabung. *Tests und Trends*, 4, 109-134.

PDDr. Wolfgang Schneider
Max-Planck-Institut für
psychologische Forschung
Leopoldstr. 24
D-8000 München 40