

Erwerb von Expertise

Zur Relevanz kognitiver und nichtkognitiver Voraussetzungen

WOLFGANG SCHNEIDER

Einleitung

Aus der umfangreichen Literatur zur Hochbegabtenforschung läßt sich ableiten, daß man sich in diesem Arbeitsbereich schon seit geraumer Zeit mit der Frage beschäftigt hat, wie frühzeitig, sicher und spezifisch das Talent später außerordentlich produktiver und erfolgreicher Menschen erkennbar ist (vgl. z.B. Heller & Hany, 1986; Schneider, 1988; Weinert & Waldmann, 1985). Stimuliert durch die großen Fortschritte bei der Entwicklung psychometrischer Methoden in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts erwartete man sich über diesen Ansatz bahnbrechende Erkenntnisse im Hinblick auf die frühzeitige Identifikation exzeptioneller Leistungspotentiale. Sieht man einmal davon ab, daß sich die Definition und damit die Konzeptualisierung von Hochbegabung oder Talent in neueren Forschungsansätzen als gravierendes Problem erweist und weitaus komplexere Fragen aufwirft, als man sich das in der klassischen, psychometrisch orientierten Tradition jemals vorgestellt hatte (vgl. Hany, 1987; Heller, 1986; Waldmann & Weinert, 1990), ist dieses Ziel auch in neueren Forschungsansätzen zum Thema nicht aufgegeben worden.

Aus meiner Sicht kann damit eine Parallele zu den Zielvorstellungen der modernen Expertise-Forschung aufgezeigt werden, mit der sich der vorliegende Beitrag schwerpunktmäßig befassen wird: auch in der Expertise-Forschung geht es hauptsächlich darum, Voraussetzungen für exzeptionelle Leistungen in unterschiedlichen Inhaltsbereichen zu identifizieren. Damit scheinen aber schon die Gemeinsamkeiten beider Ansätze erschöpft zu sein. In forschungsmethodischer Hinsicht sind die Unterschiede so zu charakterisieren, daß die klassische Hochbegabtenforschung in der Regel prospektive Längsschnittstudien oder retrospektive Verfahren (etwa historisch-biographische Analysen) bevorzugte, während die Expertise-Forschung im wesentlichen auf querschnittlich angelegte experimentelle Untersuchungsmethoden zurückgriff, wobei dem sogenannten "Experten-Novizen-Paradigma", also dem Extremgruppen-Vergleich von Probanden mit viel und wenig Erfahrung in einem bestimmten Inhaltsbereich, besondere Bedeutung zukam. Inhaltlich unterscheiden sich beide Ansätze insbesondere dadurch, daß den intellektuellen Fähigkeiten in der Hochbegabtenforschung (naturgemäß) eine herausragende Rolle im Hinblick auf spätere Leistungspotentiale zuerkannt wurde, während jene in der Expertise-Forschung einen eher untergeordneten Stellenwert einnehmen und von einigen Autoren (z. B. Ericsson & Crutcher, 1990) im Hinblick auf die Genese von exzeptionellen Leistungen sogar als bedeutungslos eingestuft werden.

Die Bewertung dieser durchaus kontrovers diskutierten Frage wird in der vorliegenden Arbeit von zentralem Interesse sein. In einem ersten Schritt werden zunächst prospektive und retrospektive Ansätze zur Erklärung exzeptioneller Leistungen daraufhin analysiert, welche Relevanz sie kognitiven und nichtkognitiven Vorhersagemerkmalen zugestehen. Im Anschluß daran werden die Ergebnisse (vorwiegend) entwicklungspsychologischer experimenteller Arbeiten zum Zusammenhang von Fähigkeit, Wissen und Leistung diskutiert, die man dem Experten-Novizen-Paradigma zurechnen muß. Sind hier noch gewisse Probleme mit der Verallgemeinerbarkeit der Befunde darin begründet, daß in diesen Studien nur wenige Ausnahmekönner verfügbar waren, trifft diese Einschränkung für zwei neuere längsschnittlich angelegte Studien aus den Bereichen Schach und Tennis insofern nicht zu, als die Kinder und Jugendlichen dieser Studien schon außergewöhnliche Leistungen in ihrem Spezialgebiet nachgewiesen hatten. Im letzten Abschnitt der Arbeit wird daher die Aussagekraft dieser Studien für die grundlegende Frage analysiert, welchen Stellenwert basale Fähigkeiten für die Erklärung exzeptioneller Leistungen haben, und welche Faktoren zusammenspielen müssen, damit Expertise aufgebaut werden kann.

Ergebnisse prospektiver und retrospektiver Ansätze zur Erklärung exzeptioneller Leistungen

Als Paradebeispiel prospektiver Ansätze im Rahmen der klassischen Hochbegabtenforschung gilt die vielzitierte, wohl einzigartige Längsschnittstudie von Terman (1925, 1954; Terman & Oden, 1959; Oden, 1968), in der anfangs der zwanziger Jahre mehr als 1500 kalifornische Kinder mit einem Intelligenzquotienten von mindestens 135 Punkten erfaßt und auf ihrem weiteren Lebensweg begleitet wurden (die Studie wird heute noch fortgesetzt). Erklärtes Ziel dieser Studie war es, die Entwicklung dieser Kinder in ausgewählten kognitiven wie auch nichtkognitiven Aspekten möglichst langfristig zu verfolgen, um die Relevanz der selektierten Vorhersagemerkmale für den späteren Berufserfolg bewerten zu können.

Die Befunde der Terman-Studie lassen keinen Zweifel daran, daß die erfaßten hochbegabten Kinder später in der Regel überdurchschnittlich erfolgreich waren. Die Enge des Zusammenhangs zwischen intellektuellem Niveau und beruflichen Leistungen sollte trotz des allgemein positiven Entwicklungsverlaufs insgesamt nicht überschätzt werden, da die akademischen Leistungen und beruflichen Erfolge breit streuten und sich durchaus nicht die insgeheim erhoffte Kollektion von "Eierköpfen" bzw. Genies ergab (vgl. Sears, 1984; Waldmann & Weinert, 1990). Howe (1982, S. 1071) präziserte das grundlegende Dilemma wie folgt: "In fact, the data collected by Terman and his colleagues during the early lives of these men and women provide little information that would have helped one to predict which of the children studied would be most successful in later life". Herausragende intellektuelle Fähigkeiten im Kindesalter bieten allein noch keine Gewähr dafür, daß im Erwachsenenalter kognitive Höchstleistungen erzielt werden. Selbst wenn die kognitiven Fähigkeiten zu einem relativ späten Zeitpunkt erhoben werden, scheint über sie allein die Vorhersage des beruflichen Erfolgs nur unzureichend möglich: Samson und Mitarbeiter (Samson, Grane, Weinstein & Walberg, 1984) be-

rechneten eine mittlere Korrelation von $r = .15$ zwischen den Fähigkeiten ihrer Probanden im College-Alter und deren späterer beruflicher Produktivität, konnten also nur etwa 2% der Kriteriumsvarianz durch die Fähigkeits-Information aufklären. Dieser Befund deutet darauf hin, daß es sich bei sogenannten "Schulhaus-Hochbegabten" und späteren "Produktions-Hochbegabten" um nur wenig überlappende Populationen handelt (vgl. Siegler & Kotovsky, 1986).

Informationen über die kognitive Fähigkeit reichen offensichtlich nicht aus, um weitreichende Prognosen über die spätere berufliche Entwicklung abzugeben. Vergleiche der eher erfolgreichen (A-Gruppe) mit den weniger erfolgreichen Probanden (C-Gruppe) der Terman-Studie, die sich zu Anfang der Untersuchung in den konventionellen Begabungsindikatoren nicht unterschieden hatten, machten beispielsweise deutlich, daß die Zugehörigkeit zur sozialen Schicht (die A-Gruppe stammte aus Elternhäusern mit besserer Schulbildung) mit dem Berufserfolg korreliert war. Es spricht zusätzlich einiges dafür, daß sich die Gruppen auch in nicht-kognitiven Merkmalen wie etwa der Lernmotivation und Konzentration systematisch unterschieden, was offensichtlich gravierende Konsequenzen für den weiteren Werdegang mit sich brachte (vgl. Oden, 1968).

Angesichts der hier aufgewiesenen Probleme des prospektiven Ansatzes in der Hochbegabten-Forschung scheint eine Analysestrategie, die retrospektiv kognitive und nicht-kognitive Fähigkeitsmerkmale besonders erfolgreicher Persönlichkeiten exploriert, besser dazu geeignet, die Voraussetzungen späterer "Produktions-Hochbegabung" (etwa in Form charakteristischer "Kernvariablen") zu erfassen. Versuche dieser Art wurden erstmals von Cox (1926) durchgeführt, die anhand von historisch-biographischen Analysemethoden zur frühen geistigen Entwicklung retrospektiv die Intelligenz von 300 genialen Persönlichkeiten des 15. bis 19. Jahrhunderts einschätzen wollte. Wissenschaftlich vergleichsweise wertvoller scheint demgegenüber eine Untersuchung von Roe (1952, 1953) zu sein, die die Voraussetzungen für die enorme kognitive Produktivität von 64 zeitgenössischen hervorragenden Wissenschaftlern analysierte. Es ergab sich als wesentlicher Befund, daß trotz der in der Regel überdurchschnittlichen Intelligenz der Probanden eher nichtkognitive Merkmale wie Ausdauer, Konzentration und Arbeitsbessenseheit für den beruflichen Erfolg verantwortlich zu sein schienen. Der Umstand, daß die Weichen für die berufliche Entwicklung dieser Ausnahmeköner meist erst zu einem relativ späten Zeitpunkt (während des Studiums) gestellt wurden, verdeutlicht wiederum die Problematik des Versuchs, kognitive Höchstleistungen allein aufgrund früher Fähigkeitsdiagnosen vorherzusagen.

Eindrucksvolle Bestätigungen der von Roe vorgelegten Befunde ergaben sich auch in einer neueren, von Benjamin Bloom (1985) organisierten Studie, in der ein Forscherteam ausführliche Interviews zum persönlichen Werdegang mit herausragenden Wissenschaftlern, Künstlern und Sportlern bzw. deren Eltern durchführte. Über die verschiedenen Bereiche hinweg ergaben sich deutliche Hinweise darauf, daß eine früh erkannte besondere Begabung im jeweiligen Bereich zwar wichtig, jedoch nicht ausschlaggebend für den späteren Erfolg war:

"The study has provided strong evidence that no matter what the initial characteristics (or gifts) of the individuals, unless there is a long and intensive process of encouragement, nurturance, education, and training, the individuals will not attain extreme levels

of capability in these particular fields. This research has raised questions about earlier views of special gifts and innate aptitudes as necessary prerequisites of talent development" (Bloom, 1985, S. 3).

Außerordentliche Motivation und Anstrengungsbereitschaft sowie günstige familiäre und schulische Stützsysteme wurden von Bloom als die entscheidenden Triebkräfte für die spätere außerordentliche Leistungsentwicklung identifiziert.

Die Befunde von Roe und Bloom machen damit auf die besondere Relevanz nichtkognitiver Merkmale aufmerksam, die in vergleichsweise hohem Ausmaß dafür verantwortlich zu sein scheinen, daß reichhaltiges bereichsspezifisches Wissen (Expertise) bzw. überdurchschnittliche bereichsspezifische Fertigkeiten aufgebaut werden können. Die Frage nach dem Aufbau von spezifischen Wissenssystemen steht nun auch im Mittelpunkt von Forschungsarbeiten, die im Rahmen des Experten-Novizen-Paradigmas durchgeführt worden sind. In folgendem Abschnitt wird gezielt auf Studien eingegangen, die sich im Rahmen dieses Paradigmas mit der Rolle von Fähigkeiten und Wissen bei der Entwicklung von Expertise beschäftigt haben.

Fähigkeit, Wissen und Leistung: Analysen zum Zusammenhang im Rahmen des Experten-Novizen-Paradigmas

Die verfügbaren Studien zum Experten-Novizen-Vergleich gehen allesamt davon aus, daß dem bereichsspezifischen Wissen eine herausragende Rolle bei der Erklärung von besonderen Leistungen zukommt. Es ist anzunehmen, daß mehrere tausend Stunden intensiver Übung erforderlich sind, damit ein mittleres Ausmaß an Expertise in Bereichen wie Mathematik, Schach, Programmierung oder Medizin erreicht werden kann (vgl. Anderson, 1990; Waldmann & Weinert, 1990). Innerhalb des Experten-Novizen-Ansatzes wurden nun in der Regel Probanden mit entweder sehr viel oder sehr wenig Erfahrung in einem gegebenen Inhaltsbereich mit einem Denk- oder Gedächtnisproblem konfrontiert, das diesem Inhaltsbereich entnommen war. Die einschlägigen gedächtnispsychologischen Untersuchungen führten dabei übereinstimmend zu dem interessanten Ergebnis, daß Experten über ein besonders gutes Gedächtnis für Informationen verfügen, die aus dem Expertisebereich stammen.

Aus den klassischen Arbeiten von de Groot (1965, 1966) zu Gedächtnis- und Problemlösefähigkeiten von Schachmeistern läßt sich beispielsweise entnehmen, daß Schachexperten auch schon nach kurzzeitiger Präsentation (von nicht mehr als fünf Sekunden) einer sinnvollen Schachstellung dazu in der Lage sind, eine Stellung aus dem Gedächtnis korrekt zu rekonstruieren, was den Novizen nur in Ansätzen gelingt. De Groots Untersuchungen gaben keinen Anlaß zur Vermutung, daß sich die Schachmeister außerhalb ihres Expertise-Bereichs intelligenter als Schach-Novizen oder schwächere Schachspieler verhielten. Ihre Überlegenheit bei den Gedächtnisproblemen wurde darauf zurückgeführt, daß sie aufgrund ihrer enormen Erfahrung größere Teilkonstellationen als Einheit auffassen können und sogenannte "chunks" bilden, was dabei hilft, die Grenzen des Kurzzeit-Gedächtnisses auszuweiten. Dieser Vorteil läßt sich nicht auf einen überlegenen Kurzzeitspeicher zurückführen, da die Leistungsunterschiede zwi-

schen Experten und Novizen in den Studien von de Groot bei zufällig angeordneten Schachstellungen verschwanden. Entscheidend dürfte vielmehr das Faktum sein, daß Schachexperten über ein enormes Repertoire von vielen tausend Schachmustern verfügen, die im Langzeitgedächtnis gespeichert und unmittelbar verfügbar sind. Viele Aufgaben, die für schwächere Spieler und Novizen echten Problemcharakter haben, werden von Experten allein aufgrund ihrer überlegenen Fähigkeit zur Identifikation bzw. zum Wiedererkennen von Schachmustern leicht bewältigbar.

Da viele der im Rahmen des Experten-Novizen-Paradigmas publizierten Arbeiten mit Erwachsenen durchgeführt wurden, lassen sich aus ihnen nur wenige Hinweise für den Erwerb von Expertise ableiten. In dieser Hinsicht sind die wenigen entwicklungspsychologischen Untersuchungen zum Problem aufschlußreicher. In der nun schon klassischen Studie von Chi (1978) wurde die Leistung von jungen Schachexperten (10jährige Kinder) und erwachsenen Novizen bei den oben beschriebenen Aufgaben zum Gedächtnis für Schachstellungen verglichen. Zusätzlich wurde die Gedächtnisspanne für einfaches Zahlenmaterial als Kontrollaufgabe vorgegeben. Als wichtigster Befund zeigte sich, daß die jungen Schachexperten den erwachsenen Schachnovizen in der schachbezogenen Gedächtnisaufgabe signifikant überlegen waren, während sich für die Gedächtnisspannenaufgabe der umgekehrte (erwartungsgemäße) Befund ergab. Da die Kinder im Vergleich zu den Erwachsenen mehr und größere "chunks" bildeten, scheinen auch die Ergebnisse dieser Studie darauf hinzuweisen, daß durch intensive Übung ein elaboriertes Wissen aufgebaut wird, das eine ökonomische Enkodierung des Gedächtnismaterials im Langzeitspeicher zuläßt und damit überraschend gute Gedächtnisleistungen ermöglicht (vgl. auch Waldmann & Weinert, 1990). Die Relevanz bereichsspezifischen Wissens für die Leistung schien in der Studie von Chi (1978) dadurch besonders eindrucksvoll demonstriert, daß die üblichen Alterseffekte bei Gedächtnisaufgaben hier nicht nur kompensiert, sondern sogar umgekehrt werden konnten.

In einem neueren Replikationsversuch (Opwis, Gold, Gruber & Schneider, 1990) ließen sich diese Befunde grundsätzlich bestätigen. Zusätzlich wurde in der Replikationsstudie aber auch versucht, die genauen Kontextbedingungen zu ermitteln, die den Wissensvorteil ausmachen. Das von Chi (1978) benutzte experimentelle Design wurde dadurch erweitert, daß zum einen alle vier relevanten Versuchsgruppen (Kinder und Erwachsene, Experten und Novizen) einbezogen wurden, zum anderen neben der sinnvollen Schachstellung eine sinnlose Stellung sowie eine Brett-Kontrollaufgabe vorgegeben wurde. Letztere war im Hinblick auf die Anzahl der Figuren und der Felder auf dem Brett grundsätzlich mit der Schachaufgabe vergleichbar, sollte jedoch alle Vorwissensvorteile der Experten dadurch eliminieren, daß keinerlei inhaltlichen Bezüge zum Schachspiel aufgebaut werden konnten. Tabelle 9 zeigt, daß die Ergebnisse diese Erwartung insofern bestätigten, als der Einfluß der Expertise auf die Leistung nur bei der sinnvollen Schachstellung und (mit erheblichen Abstrichen) bei der Stellung mit Zufallspositionen zu beobachten war. Für die Brett-Kontrollaufgabe ergab sich hingegen zumindest für das unmittelbare Behalten kein Leistungsunterschied zwischen den Experten und Novizen, was darauf hindeutet, daß die Überlegenheit der Experten bei den schachbezogenen Aufgaben keinesfalls auf bessere basale visuelle Fähigkeiten zurückgeführt werden kann. Bei den Ergebnissen scheint weiterhin beachtenswert, daß sich die Kinder-Experten im Hinblick auf quantitative und qualitative Merkmale ("chunking")

nicht wesentlich von den Erwachsenen-Experten unterschieden. Bereichsspezifisches Vorwissen scheint sich demnach unabhängig vom Lebensalter in ähnlicher Weise auf die Informationsverarbeitung auszuwirken. Hinweise auf die besondere Wirksamkeit nichtkognitiver Faktoren auf die Leistungsentwicklung der Kinder-Experten ließen sich daraus ableiten, daß das Ergebnis in den schachbezogenen Aufgaben wesentlich besser über die Trainingsintensität und Schacherfahrung als über die akademischen Leistungen der Kinder vorhersagbar war.

Tabelle 9: Mittlere Anzahl der bei den Schach- und Kontrollaufgaben unmittelbar richtig reproduzierten Items (Daten von Opwis et al., 1990; Standardabweichungen in Klammern)

Merkmal	Kinder		Erwachsene	
	Novizen	Experten	Novizen	Experten
1. Sinnvolle Schachposition	4.95 (1.68)	8.78 (2.92)	4.58 (1.43)	7.10 (2.52)
2. Sinnlose Schachposition	3.25 (1.92)	5.00 (2.20)	2.70 (1.63)	3.60 (2.04)
3. Kontroll-Brettaufgabe	2.55 (0.99)	3.33 (0.88)	3.00 (1.29)	3.15 (1.13)

Sieht man einmal von dem zuletzt genannten Befund ab, so haben die bisher angeführten Untersuchungen zum Erwerb von Expertise zwar deutlich machen können, daß bereichsspezifisches Wissen in der Tat einen enormen Effekt auf die Gedächtnisleistung haben kann, andererseits haben sie kaum Informationen zur Bedeutung intellektueller Fähigkeiten für den Aufbau von Wissen geliefert. Zudem bleibt unklar, welchen zusätzlichen Stellenwert individuelle Intelligenzunterschiede für die Aufklärung von Leistungsvarianz haben können, wenn das bereichsspezifische Wissen derart große Effekte zeigt.

Der Frage nach den relativen Anteilen von intellektueller Fähigkeit und bereichsspezifischem Wissen wurde inzwischen in mehreren Untersuchungen nachgegangen, die sich insbesondere mit dem Verstehen von Texten befaßten (z. B. Schneider, Körkel & Weibert, 1989, 1990; Walker, 1987). Schneider et al. (1989) untersuchten das Textgedächtnis bzw. -verständnis von mehr als 500 Kindern unterschiedlicher Altersgruppen (Dritt-, Fünft- und Siebtklässler), die etwa zur Hälfte aus Fußball-Experten bzw. -novizen bestanden. Die zu erinnernde Geschichte beschrieb Ereignisse eines Fußballspiels, ohne dabei für Fußball-Novizen allzu schwer verständlich zu sein.

Um die relativen Effekte von intellektuellen Fähigkeiten und Vorwissen auf Textgedächtnis und -verständnis erfassen zu können, wurden innerhalb der Gruppen von Ex-

perten und Novizen wiederum Subgruppen von Schülern gebildet, die sowohl im Hinblick auf die Intelligenz als auch den Lernerfolg in der Schule entweder als über- oder als unterdurchschnittlich eingestuft werden konnten. Damit resultierten auf jeder Klassenstufe jeweils zwei Experten- und Novizengruppen ("Gutlerner"- versus "Schlechtler"-Experten bzw. -novizen).

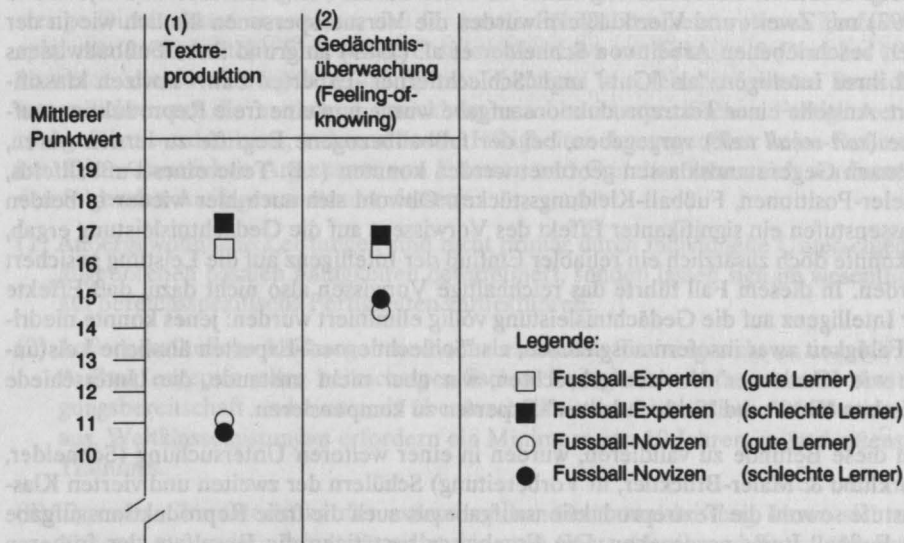


Abbildung 19: Durchschnittliche Textreproduktion bzw. Gedächtnisüberwachungsleistung von Fußball-Experten bzw. Novizen der fünften Klassenstufe, separat für leistungsstarke bzw. -schwache Schüler (nach Schneider, Körkel & Weinert, 1989)

Da sich für alle drei erfaßten Altersgruppen im wesentlichen vergleichbare Ergebnismuster zeigten, sind in Abbildung 19 lediglich die wesentlichen Befunde für eine Altersgruppe wiedergegeben. Aus Abbildung 19 geht hervor, daß das Fußballwissen einen enormen Effekt auf die Gedächtnisleistung hatte. Demgegenüber spielte es keine Rolle, ob es sich bei den Kindern um gute oder schlechte Lerner handelte. Experten mit niedrigeren intellektuellen Fähigkeiten schnitten ebensogut ab wie die intelligenteren Experten und waren den intelligenteren Novizen signifikant überlegen. Wenngleich die Unterschiede zwischen den Experten und Novizen für eine Gedächtnisüberwachungsaufgabe (Sicherheitsurteile bei der Bearbeitung eines textbezogenen Lückentests) nicht mehr so deutlich ausfielen wie bei der Textreproduktionsaufgabe, geht auch aus diesen Ergebnissen hervor, daß Fähigkeitsunterschiede keinen erkennbaren Einfluß auf die

Leistung haben. Dieses Befundmuster ließ sich in einer Wiederholungsuntersuchung (nach etwa einem Jahr) exakt replizieren (vgl. Schneider et al., 1990) und entspricht in etwa dem, was auch in amerikanischen Studien mit Baseball-Experten und -novizen gefunden wurde (z. B. Walker, 1987).

Wie steht es aber mit der Verallgemeinerbarkeit dieses Ergebnisses? Ist es tatsächlich so, daß bei reichhaltigem Vorwissen Fähigkeitsunterschiede für Gedächtnis- und Verständnisleistungen irrelevant sind? Neuere Untersuchungen legen bei solchen Interpretationsversuchen Zurückhaltung nahe. In einer Studie von Schneider und Bjorklund (1992) mit Zweit- und Viertkläßlern wurden die Versuchspersonen ähnlich wie in der oben beschriebenen Arbeit von Schneider et al. (1989) aufgrund ihres Fußballwissens und ihrer Intelligenz als "Gut-" und "Schlechtlerner"-Experten bzw. -novizen klassifiziert. Anstelle einer Textreproduktionsaufgabe wurde nun eine freie Reproduktionsaufgabe (*sort-recall task*) vorgegeben, bei der fußballbezogene Begriffe zu lernen waren, die nach Gegenstandsklassen geordnet werden konnten (z.B. Teile eines Fußballfelds, Spieler-Positionen, Fußball-Kleidungsstücke). Obwohl sich auch hier wieder in beiden Klassenstufen ein signifikanter Effekt des Vorwissens auf die Gedächtnisleistung ergab, so konnte doch zusätzlich ein reliabler Einfluß der Intelligenz auf die Leistung gesichert werden. In diesem Fall führte das reichhaltige Vorwissen also nicht dazu, daß Effekte der Intelligenz auf die Gedächtnisleistung völlig eliminiert wurden: jenes konnte niedrige Fähigkeit zwar insofern ausgleichen, als "Schlechtlerner"-Experten ähnliche Leistungen wie "Gutlerner"-Novizen erbrachten, war aber nicht imstande, die Unterschiede zwischen "Gut-" und "Schlechtlerner"-Experten zu kompensieren.

Um diese Befunde zu validieren, wurden in einer weiteren Untersuchung (Schneider, Bjorklund & Maier-Brückner, in Vorbereitung) Schülern der zweiten und vierten Klassenstufe sowohl die Textreproduktionsaufgabe als auch die freie Reproduktionsaufgabe mit Fußball-Items vorgegeben. Die Ergebnisse bestätigen die Resultate der früheren Arbeiten insofern, als für die freie Reproduktionsaufgabe Effekte des Vorwissens und der Intelligenz auf die Erinnerungsleistung nachweisbar waren, während sich bei der Textreproduktionsaufgabe lediglich ein Effekt des Vorwissens zeigte. Der Einfluß des Vorwissens auf die Gedächtnisleistung scheint demnach besonders stark zu sein, wenn die Aufgaben, wie im Fall der Textreproduktion, wenig strategische Operationen erfordern. Zusätzliche Einflüsse der Intelligenz verschaffen sich offenbar dann Geltung, wenn die Gedächtnisaufgabe größere strategische Anteile hat. Es steht demnach außer Frage, daß die Ergebnisse aufgabenspezifisch variieren, d. h. daß der Einfluß der Intelligenz durch reichhaltiges Vorwissen nicht generell eliminiert werden kann.

Sind basale Fähigkeiten für die Erklärung exzeptioneller Leistungen überhaupt relevant?

Ein grundlegendes Problem vieler im Rahmen des Experten-Novizen-Paradigmas durchgeführten Arbeiten ist darin zu sehen, daß die in die Untersuchungen einbezogenen "Experten" nicht immer über außerordentlich reichhaltiges Wissen verfügen. In vielen Fällen werden die Untersuchungsgruppen nach dem Median in Experten und Novizen unterteilt, was dazu führt, daß auch Probanden mit nur durchschnittlichem

Wissen in die "Experten"-Riege eingereiht werden. Angesichts dieser Klassifikationsprobleme erscheint es geradezu erstaunlich, daß die Expertise-Effekte in den meisten einschlägigen Arbeiten so bedeutsam ausfallen.

Man könnte nun daraus den Schluß ziehen, daß die Dominanz der Expertise-Effekte noch mächtiger ausfallen sollte, wenn bei den Untersuchungen nur unstrittige Experten einbezogen werden. Sollte es also gelingen, eine Gruppe von Probanden mit exzeptionell reichhaltigem Wissen in einem gegebenen Inhaltsbereich zu rekrutieren, scheint die Wahrscheinlichkeit groß, daß die Effekte des Vorwissens auf die Leistung solch riesige Dimensionen annehmen, daß für basale Fähigkeiten kein weiterer Entfaltungsspielraum mehr besteht. Eine solche Position wird etwa von Ericsson & Crutcher (1990) vertreten, die davon ausgehen, daß Spitzenleistungen in einem bestimmten Bereich im wesentlichen auf die extreme Entwicklung von bereichsspezifischen Fertigkeiten zurückgeführt werden kann, während basale Fähigkeiten demgegenüber keine Rolle spielen. Die wesentlichen Argumente von Ericsson und Crutcher lassen sich am besten in den folgenden Aussagen zusammenfassen:

- (1) Außergewöhnliche Leistungen sind nicht primär durch individuelle Unterschiede in angeborenen basalen Fähigkeiten determiniert, sondern lassen sich im wesentlichen auf bereichsspezifische Fertigkeiten zurückführen.
- (2) Außergewöhnliche Leistungen sind ohne extensives Training nicht zu erzielen. Der Aufbau exzeptioneller bereichsspezifischer Fertigkeiten setzt extreme Anstrengungsbereitschaft und eine weit überdurchschnittliche intrinsische Motivation voraus. Weltklasseleistungen erfordern ein Minimum von 10 Jahren in- und extensiven Trainings.
- (3) Typische Charakteristika der exzeptionellen Gedächtnisleistung lassen sich ohne weiteres auf andere Inhaltsbereiche wie etwa Sport, Musik und Kunst übertragen. Auch für diese Bereiche gelten die unter (1) und (2) aufgeführten Annahmen.

Die Autoren legen in ihrem Übersichtsartikel eine Reihe von Untersuchungsergebnissen vor, die eine solche Sichtweise durchaus zu stützen scheinen. Erst eine genauere Auseinandersetzung mit der Referenzliteratur macht deutlich, daß in den dargestellten Untersuchungen der Einfluß intellektueller Fähigkeiten auf die Leistungen deshalb schwer abschätzbar ist, weil entweder alle Probanden überdurchschnittliche Intelligenz aufwiesen (die Varianz in diesem Merkmal also sehr eingeschränkt war) oder aber Informationen zur Ausprägung der intellektuellen Fähigkeit völlig fehlen. Im folgenden wird deshalb näher auf zwei Längsschnitt-Studien mit extrem gewählten Experten-Gruppen eingegangen, in denen genauere Informationen zu Effekten basaler Fähigkeitsparametern und bereichsspezifischer Fertigkeiten auf die Leistungsentwicklung vorlagen. Diese Arbeiten scheinen von daher gut geeignet, die Grundannahmen des Ansatzes von Ericsson & Crutcher (1990) zu überprüfen.

In die Studie von Horgan & Morgan (1990) wurden 113 Kinder und Jugendliche einbezogen, die allesamt Mitglieder eines lokalen Schachclubs waren und über offizielle Schach-Ratings verfügten. Die meisten Probanden wurden als weit überdurchschnittliche Schachspieler eingestuft, wobei die besten 20 Spieler der Stichprobe zu den Spitzenspielern ihres Altersbereichs in den USA zu zählen waren. Horgan & Morgan

erfaßten neben den schon oben näher beschriebenen Aufgaben zur Rekonstruktion von Schachstellungen auch die schachspezifische Problemlösefähigkeit über die sogenannte *Knight's Tour*. Zusätzlich wurde der Raven-Intelligenztest (Progressive Matrizen) und eine Piaget-Aufgabe vorgegeben, die die Fähigkeit der Probanden zur kombinatorischen Logik überprüfte. Über den Zeitraum von einem knappen Jahr wurden schließlich die Anzahl der Wettkämpfe registriert und die Veränderungen im Schach-Rating notiert.

Im Hinblick auf die gedächtnisbezogenen Schachaufgaben ergab sich ein systematischer Zusammenhang zwischen dem Ausmaß der Expertise und der Gedächtnisleistung: Ältere und höher eingestufte Spieler erzielten bessere Rekonstruktions-Werte. Im Hinblick auf unsere Fragestellung noch interessanter schienen die längsschnittlichen Befunde zur Wettkampfpraxis und ihrer Auswirkung auf das Schach-Rating sowie die Beziehungen zwischen der nichtsprachlichen Intelligenz, dem schachspezifischen Problemlöse-Vermögen und der logischen Kombinationsfähigkeit, wie sie über die Piaget-Aufgabe erfaßt worden war. Die wichtigsten Ergebnisse hierzu sind in Tabelle 10 zusammengefaßt. In der ersten Unter-Tabelle (10a) finden sich die korrelativen Zusammenhänge zwischen der Anzahl der Schachspiele, der Anzahl der Gewinne und dem abschließenden Schach-

Tabelle 10: Ergebnisse der Studie von Horgan & Morgan (1990)

(10a) Partialkorrelationen zwischen Anzahl der Schachpartien und dem Schach-Rating zum 2. Meßzeitpunkt (Alter und Rating zum 1. Meßzeitpunkt wurden herauspartialisiert)

	Anzahl der Spiele	Rating T2
Gewinne	.92	.49
Anzahl der Spiele		.45
Rating T2		--

(10b) Partial-Korrelationen zwischen Fähigkeitsmaßen, dem Ausgangs-Rating und der Verbesserung im Rating während des Untersuchungszeitraums (Alter wurde herauspartialisiert; Daten beziehen sich auf die "Elite"-Unterstichprobe)

	Raven	Knight's Tour	Piaget- Aufgabe	Rating- Verbesserung
Rating	.34	.38	-.04	.34
Raven	--	.52	.30	.22
Knight's Tour		--	-.08	.21
Piaget-Aufgabe			--	-.33
Rating-Verbesserung				--

Rating, wobei das chronologische Alter und das Ausgangs-Rating auspartialisiert wurden. Während die hohe korrelative Beziehung zwischen der Anzahl der Spiele und der Anzahl der Gewinne angesichts des hohen Leistungsvermögens der Probanden einigermaßen trivial erscheint, deutet die signifikante und durchaus substantielle (Partial-)Korrelation zwischen der Anzahl der Schachpartien und dem abschließenden Schach-Rating auf eine enge Beziehung zwischen Übung und Niveau des Fertigkeitserwerbs hin: unabhängig vom Alter und vom Ausgangs-Rating verbessern im untersuchten Zeitraum offensichtlich diejenigen Probanden mit der größten Wettkampf-Praxis auch ihre Rangplatzierung (Schach-Ranking) am meisten.

Aus dem zweiten Teil von Tabelle 10 (Tabelle 10b) läßt sich entnehmen, in welchem Ausmaß die längsschnittlichen Rating-Zugewinne bei den 20 Top-Spielern mit der intellektuellen Fähigkeit, der schachspezifischen (*Knight's Tour*) und der allgemeinen Problemlösefähigkeit (Piaget-Aufgabe) zusammenhängen. Hier scheint zum einen die mittelhohe Korrelation zwischen dem Ergebnis in der "Knight's Tour"-Aufgabe und dem Raven-IQ interessant, zum anderen aber auch der Befund, daß sowohl das Ausgangs-Rating wie auch der Rating-Zugewinn ähnlich hoch mit dem schachspezifischen Problemlösen wie mit dem Raven-IQ korreliert. Selbst bei dieser relativ leistungshomogenen Probandengruppe tragen also individuelle Unterschiede im intellektuellen Niveau durchaus zur Erklärung der Leistungsvarianz bei. Die von Horgan & Morgan (1990) aus diesen Befunden gezogene Schlußfolgerung, sowohl die intellektuelle Fähigkeit als auch die hervorragenden Trainingsbedingungen als wesentlich für den Erfolg anzusehen, scheint durchaus nachvollziehbar:

"Experience, while important, is no substitute for talent, and clearly no amount of experience will make an ordinary player into a grandmaster... This sample included several very talented players, but most achieved their skills through excellent training rather than through chess-specific talent" (S. 127).

Obwohl auch in dieser Studie die besondere Bedeutung von intensiver Übung für außergewöhnliche Schachleistungen sichtbar wird, läßt sie – im Unterschied zu den Grundannahmen von Ericsson und Crutcher – dennoch keinen Zweifel daran, daß basale intellektuelle Fähigkeiten zusätzlich von Bedeutung sind.

Eine weitere Längsschnittstudie aus dem Bereich des Sports (Rieder, Krahl, Sommer, Weicker & Weiss, 1983) schien prinzipiell gut dafür geeignet, die von Ericsson und Crutcher postulierte These zu überprüfen, wonach die aus der Gedächtnisforschung abgeleiteten Annahmen zum Expertise-Erwerb auch auf andere Inhaltsbereiche wie etwa Sport, Kunst oder Musik übertragbar sind. In dieser auf fünf Jahre ausgelegten Längsschnittstudie wurden im Zeitraum von 1978 bis 1982 insgesamt 109 junge Tennisspielerinnen und -spieler im Hinblick auf die Entwicklung ihrer allgemeinen motorischen Fähigkeiten und ihrer tennis-spezifischen Fertigkeiten untersucht. Weiterhin waren Informationen zu Hintergrundmerkmalen wie z. B. der elterlichen Unterstützung und der Trainingsintensität sowie zu Merkmalen der Motivation und Konzentration verfügbar, von denen angenommen wurde, daß sie zusätzlich dazu geeignet sein sollten, individuelle Unterschiede in den beobachteten Entwicklungsverläufen zu erklären. Wie sich später herausstellte, hatten Rieder et al. (1983) bei der Zusammenstellung ihrer Stichprobe von Tennis-Talenten eine glückliche Hand bewiesen. Eine beträchtliche

Zahl der Kinder und Jugendlichen brachte es in der Folge zu guten Plazierungen in nationalen und internationalen Ranglisten; einigen gelang es sogar, sich zu den Spitzenplätzen der Weltrangliste vorzuarbeiten.

In einer Reanalyse dieser Daten (Schneider, Bös & Rieder, im Druck), bei der die in den Jahren 1982 und 1989 erreichten Ranglistenplätze als Kriteriumvariablen dienten, wurde nun versucht, die relative Bedeutsamkeit von basalen Fähigkeits- und tennis-spezifischen Fertigungs-Merkmalen für den Erfolg im Tennis zu bestimmen. Basale motorische Fähigkeiten wie Ausdauer und Schnelligkeit wurden dabei in Analogie zu basalen intellektuellen Fähigkeiten, tennis-spezifischen Fertigkeiten analog zu (prozeduralen) Vorwissenskomponenten im Expertise-Ansatz der Kognitionsforschung gesehen. Tabelle 11 bietet eine Übersicht über die in der Reanalyse verwendeten Merkmale.

Tabelle 11: Überblick über die bei der Reanalyse verwendeten Variablen (Schneider, Bös & Rieder, im Druck)

-
- (1) **Basale motorische Fähigkeiten**
 - 30-Meter-Sprint
 - Motorischer Ausdauer-Test
 - "sit-ups"

 - (2) **Tennis-spezifische Fertigkeiten**
 - Fächersprint
 - Schläger-Rahmen-Wechsel-Test
 - Pendelsprünge
 - Zielschläge (linke und rechte Hand)

 - (3) **Hintergrund-Merkmale**
 - (a) Fragebogendaten zum
 - Zeitaufwand der Eltern
 - Präferenz Tennis versus Schule
 - Körpergeschicklichkeit
 - (b) Testinformation zu
 - Konzentration
 - Motivation
 - (c) Körpergröße und -gewicht

 - (4) **Rangplätze der Talente in den Jahren 1982 und 1989**
-

Zum besseren Verständnis der unter der Kategorie "tennis-spezifische Fertigkeiten" aufgeführten Merkmale sei angefügt, daß es sich beim "Fächersprint" um einen Test handelte, bei dem vom Mittelpunkt der Grundlinie aus kurze Sprints in unterschiedliche Richtungen des Feldes (und wieder zurück zur Grundlinie) durchzuführen waren, wobei die Wegstrecken die Form eines Fächers annahmen (dieses Bewegungsmuster ist

durchaus typisch für das Tennisspiel). Beim "Schläger-Rahmen-Wechseltest" mußte ein Tennisball abwechselnd auf der Schläger-Fläche und dem Rahmen jongliert werden, während die "Pendelsprünge" eine Kombination von tennistypischen Sprung- und Schlagbewegungen erforderten. Mit dem Merkmal "Zielschläge" wurde schließlich erfaßt, wie genau ein per Wurfmaschine zugespielter Tennisball in vorbestimmten Zielflächen platziert werden konnte.

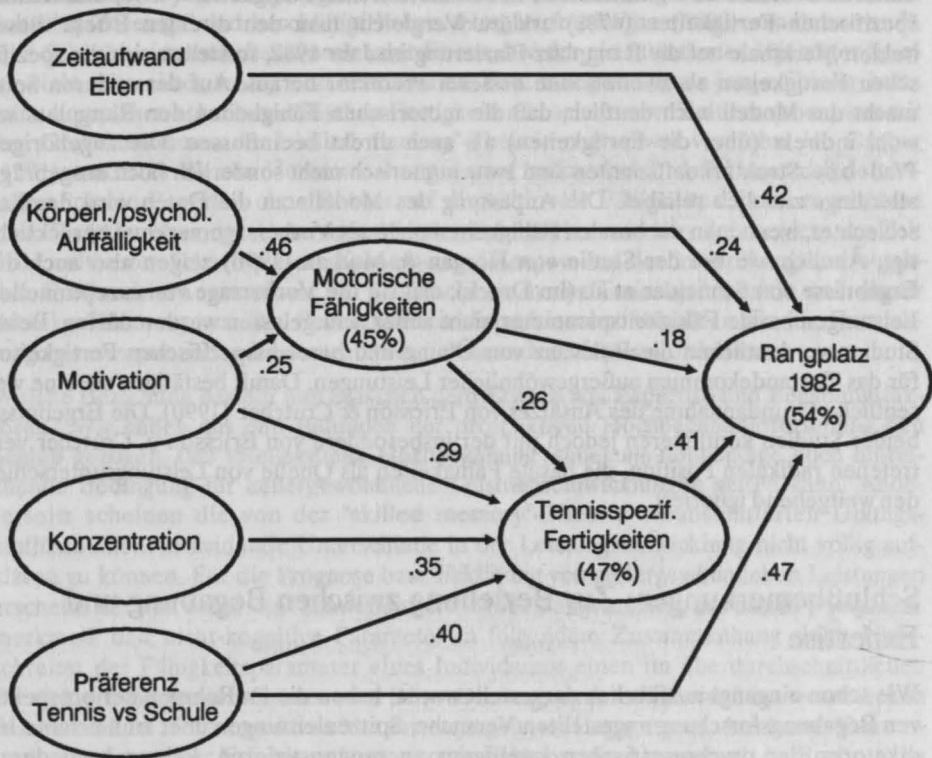


Abbildung 20: Strukturmodell zur Vorhersage der Leistung von Tennistalenten (Daten aus Schneider, Bös & Rieder, im Druck)

Zur genaueren Bestimmung des Vorhersagewerts der allgemeinen motorischen Fähigkeiten und der tennis-spezifischen Fertigkeiten für die Rangplatz-Plazierungen (als Indizes der Leistung) wurde ein Strukturgleichungs-(Kausal-)Modell spezifiziert, in das u. a. der Zeitaufwand der Eltern, die Motivation und Konzentrationsfähigkeit der Proban-

den und ihre Entscheidung im Hinblick auf die Schullaufbahn (Tennis-Präferenz als indirektes Merkmal der Trainings-Intensität) als unabhängige Prädiktoren eingingen. Von diesen "exogenen" Merkmalen wurde angenommen, daß sie sowohl die motorischen Fähigkeiten als auch die tennisspezifischen Fertigkeiten beeinflussen, welche wiederum unmittelbare Effekte auf die Rangplatz-Plazierung haben sollten.

Die Modellschätzungen wurden anhand des Computerprogramms LVPLS (Latent Variable Partial Least Squares; vgl. Lohmöller, 1989) vorgenommen und sind in Abbildung 20 wiedergegeben. Wie sich daraus ablesen läßt, werden durch die einbezogenen Prädiktoren bedeutsame Varianzanteile in den motorischen Fähigkeiten (45%) und tennisspezifischen Fertigkeiten (47%) erklärt. Vergleicht man den direkten Effekt dieser beiden Merkmale auf die Rangplatz-Plazierung im Jahr 1982, so stellen sich die spezifischen Fertigkeiten als zweifelsohne besserer Prädiktor heraus. Auf der anderen Seite macht das Modell auch deutlich, daß die motorischen Fähigkeiten den Rangplatz sowohl indirekt (über die Fertigkeiten) als auch direkt beeinflussen. Die zugehörigen Pfad- bzw. Strukturkoeffizienten sind zwar numerisch nicht sonderlich hoch ausgeprägt, allerdings ziemlich reliabel. Die Anpassung des Modells an die Daten wird deutlich schlechter, wenn man die basalen Fähigkeiten nicht als Vorhersagemerkmal berücksichtigt. Ähnlich wie bei der Studie von Horgan & Morgan (1990) zeigen also auch die Ergebnisse von Schneider et al. (im Druck), daß für die Vorhersage von exzeptionellen Leistungen basale Fähigkeitsparameter nicht außer acht gelassen werden dürfen. Beide Studien verdeutlichen die Relevanz von Übung und bereichsspezifischen Fertigkeiten für das Zustandekommen außergewöhnlicher Leistungen. Damit bestätigen sie eine wesentliche Grundannahme des Ansatzes von Ericsson & Crutcher (1990). Die Ergebnisse beider Studien konfliktieren jedoch mit der insbesondere von Ericsson u. Crutcher vertretenen radikalen Position, die basale Fähigkeiten als Quelle von Leistungsunterschieden weitgehend ignoriert.

Schlußbemerkungen: Zur Beziehung zwischen Begabung und Expertise

Wie schon eingangs ausführlich dargestellt wurde, haben die im Rahmen der prospektiven Begabungsforschung angestellten Versuche, Spitzenleistungen über früh erfaßte Indikatoren der psychometrischen Intelligenz zu prognostizieren, keinen besonderen Erfolg gehabt. Retrospektive Analysen zur Genese außergewöhnlicher beruflicher bzw. sportlicher Leistungen führen ähnlich wie die verfügbaren experimentellen Arbeiten zum Erwerb von Expertise zu dem Schluß, daß nichtkognitiven Faktoren, wie der Konzentration, der Ausdauer und der Motivation, eine vergleichsweise große Bedeutung zukommt, wenn es um die Prognose exzeptioneller Leistungen geht. Vertreter der "skilled memory"-Theorie (Anderson, 1990; Ericsson & Crutcher, 1990) schreiben den Übungs- und Trainingsmerkmalen dabei die entscheidende Bedeutung für den Expertise-Erwerb zu und schließen moderierende Effekte der intellektuellen Fähigkeit weitgehend aus.

Ein wesentliches Ziel meiner Ausführungen bestand nun darin, die Position des "skilled memory"-Ansatzes in dem Punkt zu relativieren, der die Begabungsaspekte anspricht.

Ich gehe ebenso wie die Vertreter des "skilled memory"-Ansatzes davon aus, daß die besondere Relevanz nichtkognitiver Merkmale für die Prognose exzeptioneller Leistungen durch die Befunde neuerer Untersuchungen empirisch gesichert ist. Diese Untersuchungen lassen m. E. aber nicht den Schluß zu, daß basale intellektuelle Fähigkeiten keine Rolle spielen. Gerade die Befunde der beiden zuletzt dargestellten Längsschnittstudien sind mit einer Position, die die Relevanz basaler Fähigkeitsparameter für die Leistungsprognose leugnet, nicht zu vereinbaren.

Die radikale Position der "skilled memory"-Theoretiker wird im übrigen auch von Wissenschaftlern in Zweifel gezogen, die sich mit ihrer Lieblingsdomäne, nämlich dem Schachspiel, eingehend beschäftigt haben. Horgan & Morgan (1990) erwähnten z. B. eine Schachmeisterschaft auf nationaler Ebene, bei der ein talentierter 10jähriger Spieler viele Altmeister schlug und den zweiten Platz belegte. Dieser junge Spieler hatte seine komplexen schach-spezifischen Fertigkeiten in sehr kurzer Zeit erworben, was mit den Grundannahmen der "skilled memory"-Theorie nur schwer vereinbar ist. Gruber (1991) macht in diesem Zusammenhang darauf aufmerksam, daß Unterschiede zwischen Spitzen-Experten ohne Rekurs auf dispositionale Fähigkeiten kaum zu erklären sind. So kann etwa der Unterschied in der Spielstärke zwischen den beiden zur Zeit wohl weltbesten Schachspielern Kasparow und Karpow und den in der Rangliste folgenden Großmeistern nur schwer auf Unterschiede in der Trainingsintensität und -dauer zurückgeführt werden. Die Bedeutsamkeit dispositionaler Variablen für die Entwicklung von exzeptionellen Leistungen läßt sich demnach nicht wegdiskutieren.

Welche Beziehung besteht nun zwischen dem Erwerb von Expertise und Begabungsfaktoren? Wir haben aus den Befunden der prospektiven Hochbegabungsforschung den Schluß gezogen, daß intellektuelle Hochbegabung weder als notwendige noch hinreichende Bedingung für außergewöhnliche Leistungsentwicklungen gelten kann. Andererseits scheinen die von der "skilled memory"-Theorie verabsolutierten Übungseinflüsse allein individuelle Unterschiede in der Leistungsentwicklung nicht völlig aufklären zu können. Für die Prognose bzw. Erklärung von außergewöhnlichen Leistungen erscheint mir von daher ein "Schwellenwert"-Modell angemessen, das basale Fähigkeitsmerkmale und nicht-kognitive Parameter in folgendem Zusammenhang sieht: Überschreitet der Fähigkeitsparameter eines Individuums einen im überdurchschnittlichen Bereich anzusetzenden Grenz- oder Schwellenwert, dann entscheiden im wesentlichen das Ausmaß an nicht-kognitiven Voraussetzungen wie Engagement, Ausdauer, Konzentration und extremer Erfolgsmotivation sowie Faktoren der Lernumwelt (z. B. elterliche Unterstützung oder maßgeschneidertes "coaching") darüber, ob Spitzenleistungen erzielt werden können.

Diese Position stellt einerseits klar, daß überdurchschnittliche basale Fähigkeiten vorliegen müssen, damit es zu außergewöhnlichen Leistungen kommt. Sie geht dabei andererseits jedoch nicht davon aus, daß die basalen Fähigkeitsparameter im Hochbegabungsbereich liegen müssen. Beispiele aus der Expertiseforschung haben hier gezeigt, daß der Grenzwert für bestimmte Leistungsbereiche erstaunlich niedrig anzusetzen ist. Die Relevanz basaler Fähigkeitsmerkmale scheint dabei mit steigender Komplexität des Inhaltsbereichs zu wachsen (vgl. auch Gruber, 1991).

Meine Ausführungen dürften deutlich gemacht haben, daß es *die* Beziehung zwischen Hochbegabung und Expertise-Erwerb nicht gibt. Nach Weinert (1989) besteht die Rolle der Begabung für den Expertise-Erwerb beispielsweise in der Determination dessen, in wievielen und welchen Inhaltsbereichen Expertise erworben werden kann. Höher begabte Kinder unterscheiden sich von weniger begabten darin, daß sie es aufgrund ihrer schnelleren und effizienteren Informationsverarbeitung in mehreren Bereichen zu Expertise bringen können. Innerhalb einer bestimmten Domäne lassen sich dabei unterschiedliche Denkmodelle konzipieren, um den Zusammenhang zwischen Begabung und Übungsindikatoren zu beschreiben (vgl. etwa Gruber, 1991). Die oben vorgestellten empirischen Befunde zur Problematik belegen die Vielfalt der möglichen Zusammenhangsmuster, stellen jedoch nur erste Ansätze dar, die in weiteren systematischen Forschungsarbeiten zum Thema genauer auszuloten sind.

Literatur

- Anderson, J. R. (1990). *Cognitive psychology and its implications* (3rd ed.). New York: Freeman.
- Bloom, B. S. (1985). *Developing talent in young people*. New York: Ballantine Books.
- 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.
- Cox, C. M. (1926). *Genetic studies of genius. The early mental traits of three hundred geniuses* (Vol. 2). Stanford: Stanford University Press.
- Ericsson, K. A. & Crutcher, R. J. (1990). The nature of exceptional performance. In P. B. Baltes, D. L. Featherman & R. M. Lerner (Eds.), *Life-span development and behavior* (Vol. 10, pp. 187-217). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Groot, A. D. de (1965). *Thought and choice in chess*. The Hague: Mouton.
- Groot, A. D. de (1966). Perception and memory versus thought: Some old ideas and recent findings. In B. Kleinmuntz (Ed.), *Problem solving: research, method, and theory* (p. 19-50). New York: J. Wiley.
- Gruber, H. (1991). *Qualitative Aspekte von Expertise im Schach – Begriffe, Modelle, empirische Untersuchungen und Perspektiven der Expertiseforschung* (Unveröffentlichte Dissertation). München: Ludwig-Maximilians-Universität.
- Hany, E. A. (1987). *Modelle und Strategien zur Identifikation hochbegabter Schüler* (Unveröffentlichte Dissertation). München: Ludwig-Maximilians-Universität.
- Heller, K. A. (1986). Psychologische Probleme der Hochbegabungsforschung. *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* (pp. 67-82). Toronto: Huber.
- Horgan, D. D. & Morgan, D. (1990). Chess expertise in children. *Applied Cognitive Psychology*, 4, 109-128.

- Howe, M. J. A. (1982). Biographical evidence and the development of outstanding individuals. *American Psychologist*, 37, 1071-1082.
- Lohmöller, J. B. (1989). *Latent variable path modeling with Partial Least Squares*. Heidelberg: Physica-Verlag.
- Oden, M. H. (1968). The fulfilment of promise: 40-year follow-up of the Terman gifted groups. *Genetic Psychological Monographs*, 77, 3-93.
- Opwis, K., Gold, A., Gruber, H. & Schneider, W. (1990). Zum Einfluß von Expertise auf Gedächtnisleistungen und ihre Selbsteinschätzung bei Kindern und Erwachsenen. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 22, 207-224.
- Rieder, H., Krahl, H., Sommer, H. M., Weicker, H. & Weiss, M. (1983). *Leistungsdiagnostik bei jugendlichen Tennisspielern* (Abschlußbericht über die vom Deutschen Tennisbund initiierte Längsschnittstudie), Heidelberg: Deutscher Tennisbund.
- 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. (1988). Zur Rolle des Wissens bei kognitiven Höchstleistungen. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 35, 161-172.
- Schneider, W. & Bjorklund, D. F. (1992). Expertise, aptitude, and strategic remembering. *Child Development*, 63, 650-662.
- Schneider, W., Bjorklund, D.F. & Maier-Brückner, W. (in Vorbereitung). *Relationships among expertise, aptitude, and memory performance: problems of generalization*. Unveröffentlichtes Manuskript, Universität Würzburg.
- Schneider, W., BöS, K. & Rieder, H. (im Druck). Leistungsprognose bei jugendlichen Spitzensportlern. In J. Beckmann, H. Strang & E. Hahn (Hrsg.), *Konzentration und Leistung*. Göttingen: Hogrefe.
- 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., Körkel, J. & Weinert, F. E. (1990). Expert knowledge, general abilities, and text processing. In W. Schneider & F. E. Weinert (Eds.), *Interactions among aptitudes, strategies, and knowledge in cognitive performance* (pp. 235-251). New York: Springer-Verlag.
- 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.
- 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.
- Waldmann, M. & Weinert, F. E. (1990). *Intelligenz und Denken – Perspektiven der Hochbegabungsforschung*. Göttingen: Hogrefe.
- Walker, C. H. (1987). Relative importance of domain knowledge and overall aptitude on acquisition of domain-related information. *Cognition and Instruction*, 4, 25-42.
- Weinert, F. E. (1989). Die unterschätzte Bedeutung des Gedächtnisses für die geistige Produktivität. In R. Gerwin (Hrsg.), *Wie die Zukunft Wurzeln schlug – Aus der Forschung der Bundesrepublik Deutschland* (S. 108-112). Berlin: Springer-Verlag.
- Weinert, F. E. & Waldmann, M. R. (1985). Das Denken Hochbegabter – Intellektuelle Fähigkeiten und kognitive Prozesse. *Zeitschrift für Pädagogik*, 31, 789-804.