

Leistungsprognose bei jugendlichen Spitzensportlern¹

Wolfgang Schneider, Klaus Bös und Hermann Rieder

1. Zusammenfassung

Im vorliegenden Beitrag wird der Versuch gemacht, neuere Befunde der kognitiven Psychologie, insbesondere der Expertiseforschung, zur Entwicklung außergewöhnlicher Fertigkeiten und Kenntnisse auf den Bereich des Sports zu übertragen und damit deren Generalisierungsmöglichkeiten zu prüfen.

In einem ersten Schritt werden dabei die Grundannahmen der traditionellen fähigkeitsorientierten Leistungsprognose mit denen der neueren Expertiseforschung verglichen und im Hinblick auf ihre empirische Bewährung untersucht. Der zweite Schritt besteht darin, daß mögliche Parallelen zwischen der Entwicklung kognitiver und sportlicher Expertise aufgezeigt und an Fallbeispielen demonstriert werden. Dies leitet zum Schwerpunkt des vorliegenden Beitrags über, der in einer Reanalyse von Daten besteht, die im Rahmen einer fünfjährigen Längsschnittstudie an jugendlichen deutschen Tennistalenten gewonnen wurden (vgl. Rieder, Krahl, Sommer, Weicker & Weiss, 1983). Da in dieser Untersuchung sowohl Daten zur Entwicklung allgemeiner motorischer Basisfähigkeiten wie auch zur Entwicklung sportartspezifischer Fertigkeiten erhoben worden waren, ließ sich die Bedeutsamkeit dieser beiden Komponenten für den sportlichen Erfolg relativ genau bestimmen. Weiterhin waren Informationen zu Hintergrundmerkmalen wie z.B. der elterlichen Unterstützung, der Trainingsintensität sowie Merkmalen der Motivation und Konzentration verfügbar, von denen anzunehmen war, daß sie zusätzlich dazu geeignet sein sollten, individuelle Unterschiede in den beobachteten Entwicklungsverläufen zu erklären.

2. Intelligenz als Determinante kognitiver (Höchst-) Leistungen

Bei der Erklärung kognitiver Leistungen spielte lange Zeit die Intelligenz eine zentrale Rolle. Es wurde davon ausgegangen, daß individuelle Leistungen vom Fähigkeitsniveau abhängen, und daß interindividuelle Leistungsunterschiede durch entsprechende Fähigkeitsunterschiede bedingt sind (vgl. für eine kriti-

¹ Unser Dank gilt Prof. Gabler (DTB) für die Unterstützung bei der Datenbeschaffung sowie G. Gaißer und B. Payer für ihre Arbeit bei der Datenerfassung und Datenanalyse.

sche Zusammenfassung Weinert, Schneider & Beckmann, 1991). Ältere wie neuere Befunde zum theoretischen Wert und praktischen Nutzen intellektueller Fähigkeiten als Prädiktoren kognitiver Leistungsentwicklungen haben allerdings übereinstimmend ergeben, daß sie zwar vielfach wichtig sein können, jedoch selten überragende Bedeutung erlangen. Ihr Prädiktorwert verschlechtert sich gar, wenn man die Zusammenhänge detaillierter analysiert:

- (1) Viele Trainingsprogramme zur Verbesserung intellektueller Fähigkeiten haben zwar teilweise relativ stabile Steigerungen der Werte in traditionellen Intelligenztests bewirkt, jedoch praktisch nie zu Verbesserungen der angeblich davon abhängigen Leistungen bei komplexen kognitiven Aufgaben geführt (vgl. Weinert et al., 1991).
- (2) Die bisher vorliegenden Ergebnisse aus der Hochbegabungsforschung haben relativ übereinstimmend belegt, daß herausragende intellektuelle Leistungen im Kindesalter allein noch keine Gewähr dafür bieten, daß später im Erwachsenenalter kognitive Höchstleistungen erzielt werden (s. Schneider, 1988). Als typisches Beispiel kann die einzigartige Längsschnittuntersuchung von Terman gelten, in der anfangs der zwanziger Jahre mehr als 1500 kalifornische Kinder mit einem IQ von mindestens 135 Punkten erfaßt wurden (vgl. Sears, 1984). Aus dieser heute noch aktiven Studie ließ sich ableiten, daß keineswegs von einem engen Zusammenhang zwischen hoher Intelligenz und beruflichem Erfolg ausgegangen werden kann; Termans hochbegabte Kinder streuten in ihren späteren akademischen Leistungen und beruflichen Erfolgen sehr breit, so daß sich durchaus nicht die insgeheim erhoffte Kollektion von "Eierköpfen" ergab.
- (3) Bei inhaltlich anspruchsvollen Aufgaben (etwa bei dem Verständnis und der Wiedergabe thematisch spezifischer Texte) können geringe intellektuelle Fähigkeiten durch gute Vorkenntnisse weitaus stärker kompensiert werden als mangelndes Vorwissen durch noch so gute intellektuelle Fähigkeiten (Recht & Leslie, 1988; Schneider, Körkel & Weinert, 1989, 1990).
Insgesamt gesehen ist demnach Ericsson und Crutcher (1990) durchaus zuzustimmen, wenn sie aus vorliegenden Befunden den Schluß ziehen, daß den Versuchen, durch Messung grundlegender Fähigkeiten spätere kognitive Höchstleistungen vorherzusagen, allenfalls geringer Erfolg beschieden war. Es scheint von daher kaum überraschend, daß in der kognitiven Psychologie der (späten) siebziger und achtziger Jahre das ursprüngliche Paradigma durch ein neues weitgehend ersetzt wurde, bei dem man sich jetzt fast ausschließlich auf die Bedeutung des bereichsspezifischen Vorwissens bzw. der Expertise für kognitive (Höchst-) Leistungen konzentriert.

3. Expertise als Bedingung kognitiver Leistungen

Der Einfluß bereichsspezifischen Wissens auf kognitive Leistungen ist in den letzten Jahren besonders intensiv innerhalb des sog. Experten-Novizen-Para-

digmas untersucht worden. Der in den zahlreichen Untersuchungen zu dieser Thematik immer wieder bestätigte Befund, daß Leistungsunterschiede zwischen Experten und Novizen in verschiedenen Problemlöseaufgaben fast vollständig auf zugrundeliegende Wissensunterschiede zurückgeführt werden können, scheint auf den ersten Blick nicht übermäßig beeindruckend. Vergleichsweise interessanter scheint die Information, daß die Experten für die Problemlösung nicht nur weniger Zeit brauchen, sondern dabei auch qualitativ anders vorgehen als die Novizen.

Problemlöseaktivitäten von Experten und Novizen wurden besonders häufig am Beispiel des Schachspiels untersucht. Der Vergleich von Schachexperten mit Spielern niedriger bzw. mittlerer Spielqualität ergab keinen Anhaltspunkt für die Vermutung, daß Erfolge im Schach einer überragenden Intelligenz, einem phänomenalen Gedächtnis oder einer speziellen Schachfähigkeit zugeschrieben werden konnten. Der für viele überraschende durchgängige Befund läßt sich so charakterisieren, daß Leistungsunterschiede vor allem auf Wissensunterschiede zurückgeführt werden können.

Wie wird dieses Wissen aufgebaut? Eine von Chase und Simon (1973) vorgenommene Detailanalyse von Gedächtnisprotokollen legt nahe, daß Experten in schachbezogenen Gedächtnistests die Schachkonfigurationen in Form größerer zusammenhängender Einheiten, sog. "chunks" erinnerten. Wenn auch bei Novizen solche Kategorisierungen teilweise zu beobachten waren, enthielten deren "chunks" vergleichsweise wenig Elemente. Im Hinblick auf die Entwicklung von Expertise scheint ein solches "chunking" sowohl bei der Einspeicherung wie auch beim Abruf von Informationen aus dem Langzeitspeicher eminent wichtig: Es ermöglicht einmal den schnelleren Erwerb neuen Wissens, führt andererseits aber auch dazu, daß eine Vielzahl solcher "chunks" im Langzeitspeicher direkt verfügbar und automatisch abrufbar sind (vgl. Chase & Ericsson, 1982). Vergleiche von jungen (Kinder-) Schachexperten mit erwachsenen Novizen ergaben, daß die Vorteile der jungen Experten beim Erinnern und Rekonstruieren von Schachpositionen u.a. damit zusammenhängen, daß mehr und größere "chunks" benutzt werden (vgl. Chi, 1978; Opwis, Gold, Gruber & Schneider, 1990). Diese Befunde weisen darauf hin, daß "chunking" schon relativ früh eine gewichtige Rolle beim Wissenserwerb spielt.

Wir haben eingangs betont, daß sich Leistungsunterschiede zwischen Experten und Novizen vorwiegend auf Wissensunterschiede zurückführen lassen. Diese Aussage läßt sich problemlos auf den Leistungsvergleich zwischen "normalen" Experten (Vereinsspielern) und "Super-Experten" (Weltklasse-Spielern) übertragen. Während ein guter Vereinsspieler nur etwa 1000 Schachkonstellationen in seinem Langzeitgedächtnis gespeichert hat, verfügen Spitzenspieler über ein Repertoire von etwa 50.000 Schachmustern, die sie blitzschnell wiedererkennen und für ihr Problemlöseverhalten nutzen können. Ein Extrembeispiel für diese spezifische Gedächtnisfähigkeit stellt sicherlich der Schachweltmeister 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 darauf zurück, daß er so viele Partien im Kopf habe wie andere Leute Wörter.

Was sind nun die Bedingungen dafür, daß solche beeindruckende Wissensbestände aufgebaut werden? Chase und Simon (1973) schätzten, daß etwa 5.000 Stunden Training ausreichen, um Schachexperte zu werden, daß man es aber wohl erst nach 50.000 Stunden intensiver Übung zum Schach-Großmeister bringen kann. Neuere Analysen von Ericsson und Crutcher legen nahe, daß Höchstleistungen im Schachspiel eine intensive Arbeit von mindestens zehn Jahren voraussetzen.

Die Erfahrungen mit der Genese von Expertise, insbesondere der Nachweis dafür, daß auch intellektuell nicht unbedingt überdurchschnittlich ausgestattete Personen zu Gedächtniskünstlern werden können (vgl. Staszewski, 1990), haben viele kognitive Psychologen dazu gebracht, bestehende Fähigkeitsunterschiede zwischen Menschen weitgehend zu vernachlässigen und für den Erwerb von Expertise im wesentlichen enormen Trainingsaufwand, Anstrengung, Konzentration und Motivation verantwortlich zu machen. Es sind demzufolge hauptsächlich nichtkognitive Faktoren, die für das Zustandekommen kognitiver Hoch- und Höchstleistungen relevant werden. Fähigkeitsunterschieden wird dabei lediglich eine untergeordnete Rolle zugeschrieben.

4. Parallelen bei der Erklärung kognitiver und sportlicher Höchstleistungen

In letzter Zeit sind einige interessante Versuche gemacht worden, die Genese kognitiver und sportlicher Hoch- und Höchstleistungen systematisch zu vergleichen (vgl. Ericsson & Crutcher, 1990; Weinert, Schneider & Beckmann, 1991). Ähnlich wie etwa beim Schachspiel lassen sich in vielen traditionellen Sportarten das Anfangsalter wie auch die Trainingsintensität relativ problemlos bestimmen. Da diese Sportarten auch kompetitiv betrieben werden, fällt es nicht schwer, Spitzenleistungen zu definieren.

Die Übersicht bei Ericsson und Crutcher (1990) legt nahe, daß sich beeindruckende Parallelen zwischen der Entwicklung kognitiver und sportlicher Leistungen finden lassen. Die Gemeinsamkeiten beziehen sich dabei vorwiegend auf zwei Gesichtspunkte. Einmal gibt es auch bei unterschiedlichen Sportarten Evidenz dafür, daß das Zeitintervall zwischen der ersten systematischen Beschäftigung mit der gewählten Sportart und dem Vordringen in die internationale Spitze etwa zehn Jahre umfaßt. Dabei ist in den meisten Sportarten (wie z.B. beim Schwimmen oder beim Tennis) innerhalb dieser Zeitspanne eine beachtliche Trainingsintensivierung beobachtet worden (vgl. Bloom, 1985; Kalinowski, 1985). Besonders interessant erscheint in diesem Zusammenhang eine

von Bloom (1985a) initiierte umfangreiche Interviewstudie mit Spitzensportlern, in der u.a. 18 Tennisspieler, die alle einmal zu den zehn weltbesten Spielern gehört hatten, zusammen mit ihren Eltern und Trainern zum Hintergrund ihrer Leistungsentwicklung befragt wurden. Allen Spielern war gemeinsam, daß sie recht früh (im Durchschnitt mit sechs Jahren) mit dem Training begonnen und dabei im Mittel sehr hohe Trainingsbelastungen (ca. 15 bis 20 Stunden wöchentlich während der Sommermonate) in Kauf genommen hatten. Dies führte dazu, daß die meisten dieser Spieler schon im Alter von ca. 12 bis 13 Jahren in den nationalen Altersranglisten sehr weit oben platziert waren. Eine weitere Erhöhung der Trainingsintensität zwischen dem dreizehnten und sechzehnten Lebensjahr stellte letztendlich die Voraussetzung dafür dar, daß schon im Jugendalter eine Annäherung an die Weltspitze zu beobachten war (vgl. Monsaas, 1985). Weitere Hinweise auf die enorme Relevanz des Trainingsaufwands für das Erreichen des Spitzenniveaus im Langstreckenlauf bzw. Schwimmen liefert die Studie von Kalinowski (1985).

Bei seinem Versuch, allgemeine Entwicklungstrends bei der Genese von Spitzenleistungen in unterschiedlichen Sportarten herauszuarbeiten, unterscheidet Bloom (1985b) innerhalb des beschriebenen zehnjährigen Prozesses drei Phasen. In der Anfangsphase wird der Sport vorwiegend als Spiel und Unterhaltung empfunden. Die Unterstützung der Eltern ist besonders wichtig dafür, daß das Interesse am Training in diesem Zeitraum nicht erlahmt. Während der mittleren Trainingsperiode gewinnen Wettbewerbs- und Arbeitsaspekte eine größere Bedeutung, die in der letzten Phase weiter intensiviert werden.

Wie schon bei der Beschreibung und Erklärung von Höchstleistungen im kognitiven Bereich fällt auch hier auf, daß nichtkognitiven Merkmalen große prognostische Relevanz zugeschrieben wird. Um die Entwicklung in der ausgewählten Sportart zu optimieren, ordnen die jungen "Talente" von Anfang an soziale und Freizeitaktivitäten den sportlichen Zielen bedingungslos unter und investieren Zeit und Geld in Reisen, die interessante Wettkämpfe bzw. Möglichkeiten der Trainingsoptimierung versprechen. Es steht demnach außer Frage, daß Persönlichkeitsmerkmale wie überdauernde Motivation, Konzentration oder Selbstregulation sowie Beharrlichkeit wesentliche Voraussetzungen für die Realisierung der selbstgesteckten Trainingsziele darstellen.

Welche Rolle spielen nun motorische Grundfähigkeiten wie beispielsweise Körperkraft, Beschleunigungs- und Schnelligkeitsfaktoren, Bewegungskoordination oder Gelenkigkeit? Ihr Einfluß dürfte ebenso wie der von konstitutionellen Merkmalen je nach Art der betrachteten Sportart variieren. Es ist sicherlich auch anzunehmen, daß motorische Basisfähigkeiten mit steigendem Leistungsniveau und zunehmender Spezialisierung bei der Analyse von Lern- und Leistungsprozessen immer mehr den Charakter von notwendigen, zur Verhaltensklärung jedoch nicht mehr hinreichenden Voraussetzungen haben (vgl. Bös, 1987). Dennoch bleibt die Frage offen, ob sie in der Tat für die Entwicklung außergewöhnlicher Fertigkeiten so irrelevant sind, wie es beispielsweise die Darstellung bei Ericsson und Crutcher (1990) vermuten läßt.

5. Ziele der vorliegenden Reanalyse

Ein wichtiges Ziel unserer Reanalyse der Tennistalent-Studie von Rieder, Krahl, Sommer, Weicker und Weiss (1983) bestand deshalb darin, neben dem Einfluß der oben beschriebenen und allgemein als wichtig eingestuften nichtkognitiven Persönlichkeitsmerkmale auch die Rolle allgemeiner motorischer Fähigkeiten für die Entwicklung sportartspezifischer Fertigkeiten zu überprüfen.

Dieses Ziel sollte über zwei unterschiedliche Analyseschritte erreicht werden.

- (1) Zunächst einmal schien es sinnvoll, individuelle Unterschiede in den Entwicklungsfortschritten der Tennistalente zu bestimmen und zusätzlich herauszufinden, inwieweit sich die vorgefundenen individuellen Entwicklungsunterschiede in den tennisspezifischen Fertigkeiten auf die oben beschriebenen nichtkognitiven Merkmale bzw. Unterschiede in den allgemeinen motorischen Fähigkeiten zurückführen lassen.
- (2) Darüber hinaus sollte in einem zweiten Schritt über die Spezifikation eines umfassenderen Strukturgleichungsmodells (Kausalmodells) geprüft werden, in welcher Weise elterliche Unterstützung, Trainingsintensität, Konzentration, Motivation und allgemeine motorische Fähigkeiten die tennisspezifischen Fertigkeiten sowie den sportlichen Erfolg im Tennis determinieren.

Bevor wir näher auf diese zentralen Fragestellungen eingehen, werden wir zunächst wesentliche Informationen zur Ausgangsstudie, zu Schwerpunkten und Problemen wie auch zu wichtigen deskriptiven Befunden der Reanalyse liefern.

6. Beschreibung der empirischen Ausgangsuntersuchung

Ein wesentliches Ziel der von Hermann Rieder in Zusammenarbeit mit Orthopäden und Sportmedizinerinnen von 1978 bis 1982 an jugendlichen Tennistalenten durchgeführten Untersuchung bestand darin, Hinweise dafür zu finden, wie hochtalentierete Tennisspieler noch frühzeitiger und sicherer als bisher selektiert werden können. Die Untersuchung wurde in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Tennis-Bund durchgeführt.

7. Merkmalsstichprobe

Über einen Zeitraum von fünf Jahren (1978–1982) wurden alle Mitglieder des C-Kaders im Rahmen von Lehrgangsmaßnahmen mit sportmotorischen, psychologischen, medizinischen und soziologischen Diagnoseinstrumenten untersucht.

Die Untersuchungen dauerten mehrere Tage und wurden am Tennis-Leistungszentrum Leimen, an der orthopädischen Universitätsklinik in Schlierbach und am Institut für Sport und Sportwissenschaften der Universität Heidelberg von Experten durchgeführt.

Für die Reanalyse standen die in der Tabelle 1 besonders gekennzeichneten Variablen zur Verfügung. Die Merkmalsbeschreibungen sind mehrfach publiziert (vgl. Rieder et al. 1983), so daß an dieser Stelle auf weitere Erläuterungen verzichtet werden kann.

Tabelle 1: Auswahl aus den verwendeten Untersuchungsmethoden

Sportmotorische Tests

30 m Sprint
 Fächersprint
 Fächerausdauer
 Rahmen-Schläger-Wechseltest
 Pendel-Sprünge
 Sit up
 Zielschläge links
 Zielschläge rechts

Psychologische Tests

Aufmerksamkeits-Belastungstest (D2)
 Leistungsmotivationstest (LM)

Sozialisationsdaten und biographische Analysen

Spieler-, Trainer-, Elternfragebögen
 Elterninterviews

8. Personenstichprobe

An der Gesamtuntersuchung nahmen über den Untersuchungszeitraum von 5 Jahren insgesamt 109 TennisspielerInnen im Altersbereich von 9–19 Jahren teil. Nur 12 Kadermitglieder absolvierten alle Testtermine.

In die Reanalyse einbezogen wurden insgesamt 51 Jugendliche (34 männliche, 17 weibliche). Die Untersuchungspersonen waren zum Zeitpunkt der Untersuchung zwischen 11 und 17 Jahren alt.

9. Probleme der Reanalyse

Ein wichtiges Ziel der vorliegenden Reanalyse bestand darin, die Leistungsentwicklung der Tennistalente in unterschiedlichen Bereichen längsschnittlich zu verfolgen und Erklärungsmöglichkeiten für individuelle Entwicklungsunterschiede zu finden. Die längsschnittliche Analyse individueller Unterschiede erscheint nur dann sinnvoll, wenn für jeden Meßzeitpunkt altershomogene

Stichproben verfügbar sind. Gerade in diesem Punkt lag jedoch eine besondere Schwierigkeit der Ausgangsuntersuchung: die jungen Tennistalente im Leistungskader wiesen eine Altersstreuung von mehreren Jahren auf, was dazu führte, daß zu jedem Meßzeitpunkt Daten von Personen unterschiedlichen Alters vorlagen. Rieder et al. (1983) behelfen sich damit, daß eine Grobkategorisierung nach Altersgruppen vorgenommen wurde und die Datenanalysen im wesentlichen Vergleiche zwischen diesen Gruppen darstellten. Für unsere Fragestellung reichte dies nicht aus, da individuelle Entwicklungskurven gleichaltriger Probanden analysiert werden sollten. Wir entschlossen uns von daher dazu, die Datenmatrix neu zu organisieren. Ein fiktives Beispiel für diese Neuordnung findet sich in Tabelle 2.

Tabelle 2: Neuorganisation der Datenmatrix (Illustratives Beispiel)

		SPRINT 11	SPRINT 12	SPRINT 13	SPRINT 14	SPRINT 15
VpNr	Geburtsjahr					
1	(1967)	5.30 (1978)		4.92 (1980)	4.80 (1981)	4.77 (1982)
2	(1968)		5.26 (1980)		4.72 (1982)	
3	(1966)		5.27 (1978)	5.00 (1979)	4.76 (1980)	
4	(1965)			5.12 (1978)		4.89 (1980)
5	(1969)	5.44 (1980)	5.30 (1981)	5.03 (1982)		

Aus Tabelle 2 geht hervor, daß nun die Daten strikt nach Altersjahrgängen organisiert sind. Proband No. 1 hat als 11-, 13-, 14- und 15-Jähriger am 30-m-Sprint teilgenommen. Sein erster Testwert stammt aus dem Jahr 1978, als er gerade 11 Jahre alt war. Dieser Wert läßt sich aufgrund der Neuorganisation der Daten nun direkt mit dem Eingangswert von Proband No. 5 aus dem Jahr 1980 vergleichen, in dem Proband No. 5 ebenfalls 11 Jahre alt war. Das Grundprinzip der Reorganisation der Datenmatrix ist also darin zu sehen, daß die einzelnen Variablen nicht mehr nach Meßzeitpunkten, sondern vielmehr nach Alterseinheiten geordnet sind. Da wir Kohorteneffekte im beschriebenen Untersuchungszeitraum für vernachlässigbar hielten, schien uns diese Maßnahme unbedenklich zu sein.

10. Befunde zur Leistungsentwicklung

Im folgenden werden kurz ausgewählte Befunde zur Leistungsentwicklung im motorischen und kognitiven Bereich skizziert, die auf geschlechtsspezifisch unterschiedliche Entwicklungstrends hindeuten. Für den 30-Meter-Sprint (vgl. Tab. 3) läßt sich zeigen, daß die Entwicklung der Leistung für Jungen und

Tabelle 3: Mittelwerte und Standardabweichungen in ausgewählten Variablen

(a) Sprint

Alter	30m-SPRINT JUNGEN		30m-SPRINT MÄDCHEN	
	M	SD	M	SD
11	5.25	0.16	5.30	0.26
12	5.02	0.17	5.26	0.19
13	4.90	0.14	5.10	0.15
14	4.73	0.16	4.92	0.18
15	4.59	0.19	4.87	0.18
16	4.43	0.15	4.80	0.18
17	4.35	0.16	4.60	0.18

(b) Ausdauer

Alter	AUSDAUER JUNGEN		AUSDAUER MÄDCHEN	
	M	SD	M	SD
11	111.27	6.32	114.33	4.72
12	116.29	5.83	109.40	9.04
13	120.19	6.15	118.14	7.45
14	121.47	4.60	116.10	5.45
15	124.28	6.80	115.30	6.32
16	127.60	6.88	118.37	4.77
17	129.85	6.93	118.50	0.70

(c) Konzentration

Alter	GZF JUNGEN		GZF MÄDCHEN	
	M	SD	M	SD
11	338.90	47.40	333.33	55.45
12	380.42	74.23	322.25	44.32
13	418.67	79.85	418.00	80.38
14	438.63	68.51	451.90	68.42
15	465.84	89.76	516.40	92.17
16	493.58	77.64	551.25	61.96
17	521.00	91.59	587.66	56.14

Mädchen monoton linear verläuft, wobei der Rückstand der Mädchen auf die Jungen für jeden Alterszeitpunkt relativ gering ist. Insgesamt fallen hier auch die geringen Standardabweichungen auf, was beweist, daß die Stichprobe sich in diesem Bereich sehr homogen entwickelt.

Anders verhält es sich mit der Entwicklung der Ausdauer (Fächerlauf), deren Verlaufsmuster sich anhand von Punktwerten rekonstruieren läßt (besseren Ausdauerleistungen entsprechen höhere Punktwerte). Während sich für die Jungen ein annähernd linearer Entwicklungstrend für die Zeitspanne zwischen dem 11. und 17. Lebensjahr nachweisen läßt, verbessern sich die Ausdauerwerte der Mädchen nur bis etwa zum 13. Lebensjahr, um in der Folge zu stagnieren (vgl. Tab. 3). Dieser Befund ist erstaunlich, korrespondiert aber mit bereits publizierten Ergebnissen (vgl. Meinel & Schnabel, 1986; Crasselt, Forchel & Stemmler, 1985). Ähnlich wie bei den Sprintleistungen fällt aber auch bei den Ausdauerwerten die insgesamt niedrige Streuung der Werte in beiden Teilstichproben auf.

Ein wiederum anderes Ergebnismuster finden wir für die Entwicklung der Konzentrationsleistung über die Zeit hinweg (vgl. Tab. 3). Bis etwa zum 13. Lebensjahr weisen Jungen und Mädchen vergleichbare Gesamtleistungen im Konzentrationstest d2 (Brickenkamp, 1974) auf. Im Vergleich mit der Normstichprobe liegen die erzielten Werte dabei im Durchschnittsbereich. Ab diesem Zeitpunkt schneiden die Mädchen vergleichsweise besser ab, wobei beide Subgruppen nun Werte erzielen, die weit über dem Durchschnitt liegen. Im Unterschied zu den beiden motorischen Testverfahren beeindruckt hier aber auch eine beträchtliche Streuung der Befunde.

11. Stabilität der individuellen Unterschiede

Wir haben uns bisher auf die Beschreibung der allgemeinen Leistungsentwicklung der Tennistalente zwischen dem 11. und 17. Lebensjahr konzentriert und dabei festgestellt, daß sich für ausgewählte motorische Grundfähigkeiten und kognitive Merkmale durchaus unterschiedliche Entwicklungstrends für Jungen und Mädchen ergeben. Aus der Beschreibung des allgemeinen Entwicklungsverlaufs lassen sich noch keine Schlüsse auf die Stabilität der individuellen Unterschiede über die Zeit hinweg ziehen. Hinweise auf die Stabilität ergeben sich erst dann, wenn man die Retest-Korrelationen genauer analysiert.

12. Individuelle Unterschiede in den Gruppen-Stabilitäten

In den Tabellen 4 und 5 sind die Gruppenstabilitäten für ausgewählte Merkmale der motorischen Grundfähigkeiten (Sprint und Fächersprint, Situp und Fächer-Ausdauer) und der tennisspezifischen Fertigkeiten (Zielschläge rechts, Rahmen-Schläger-Wechselstest) zusammengestellt. Die Übersicht beschränkt

sich dabei auf die Entwicklung zwischen 12 und 15 Jahren, da für dieses Altersintervall die größten Stichprobenzahlen vorlagen.

Für die motorischen Merkmale finden wir dabei unterschiedliche Ergebnismuster (vgl. Tab. 5). Vergleicht man die Werte im 30-Meter-Sprint mit denen im 30-Meter-Fächersprint, so sind die individuellen Stabilitäten über die Zeit bei der Sprint-Variablen unabhängig vom Alter der Probanden bestenfalls mittelhoch ausgeprägt, während sich für den Fächersprint ab dem 13. Lebensjahr relativ gute Prognosen auf die weitere Entwicklung in dieser Variablen machen lassen. Gilt also für den Sprint, daß sich die Rangreihe innerhalb der untersuchten Stichprobe der Tennistalente über die Jahre hinweg noch erheblich verändert, so bleibt andererseits für die Leistungsentwicklung im Fächersprint festzuhalten, daß es ab dem 13. Lebensjahr kaum noch individuelle Unterschiede im Entwicklungstempo gibt.

Für die Entwicklung der Ausdauerleistung finden wir ein ähnliches Zusammenhangsmuster wie für den Fächersprint: Während die im 12. Lebensjahr erhobenen Werte zukünftige Leistungen wenig genau vorhersagen, ändert sich die Prognosequalität ab dem 13. Lebensjahr beträchtlich. Ab diesem Zeitpunkt sind die individuellen Unterschiede in der Leistungsentwicklung relativ gering, so daß vergleichsweise gute Vorhersagemöglichkeiten resultieren. Im Unterschied zu den drei vorher beschriebenen motorischen Merkmalen zeigen die Ergebnisse im Situp-Test von Anfang an beträchtliche Stabilität über die Zeit.

Tabelle 4: Kurz- und Langzeitstabilitäten (Retest-Korrelationen) für ausgewählte Merkmale allgemeiner motorischer Fähigkeit

(a) SPRINT		13	14	15
Alter	12	.37	.56	.40
	13		.10	.57
	14			.54
(b) FÄCHERSPRINT		13	14	15
Alter	12	.69	.38	.12
	13		.68	.82
	14			.76
(c) SITUP		13	14	15
Alter	12	.68	.61	.76
	13		.86	.67
	14			.77
(d) AUSDAUER		13	14	15
Alter	12	.26	.06	.17
	13		.68	.75
	14			.77

Table 5: Kurz- und Langzeitstabilitäten (Retest-Korrelationen) für ausgewählte Merkmale tennisspezifischer Fertigkeiten

(a) RAHMEN-SCHLÄGER-WECHSELTEST		13	14	15
Alter	12	.85	.73	.62
	13		.98	.93
	14			.86
(b) PENDELSPRÜNGE		13	14	15
Alter	12	.07	.08	.06
	13		.39	.01
	14			.69
(c) ZIELSCHLÄGE RECHTS		13	14	15
Alter	12	.74	.12	.45
	13		.42	.36
	14			.36

Bei den Merkmalen zur Erfassung tennisspezifischer Fertigkeiten fallen die Befunde ähnlich heterogen aus (vgl. Tab. 5).

Die insgesamt niedrigsten Gruppenstabilitäten finden wir für das Merkmal "Pendelsprünge", bei dem erst ab dem 14. Lebensjahr eine einigermaßen befriedigende Prognose möglich scheint. Für die Variable "Zielschläge rechts" ergeben sich im wesentlichen niedrige bis mittelhohe Zusammenhangsmuster, was darauf hindeutet, daß sich die relative Position der Probanden in der Gruppe von Meßzeitpunkt zu Meßzeitpunkt nicht unerheblich verschiebt. Lediglich für den Rahmen-Schläger-Wechseltest ergeben sich von Anfang an gute bis sehr gute Prognosemöglichkeiten. Es lassen sich hier kaum individuelle Unterschiede im Entwicklungsfortschritt ausmachen.

Ähnlich eindrucksvoll fallen die Stabilitäten für die Konzentrationsleistung aus. Hier imponiert die Vierjahres-Stabilität von .89 (Korrelation der Leistungen mit 12 und 15 Jahren) ganz besonders. Es besteht kein Zweifel daran, daß die Rangfolge der Probanden in diesem Merkmal über den Untersuchungszeitraum hinweg weitgehend erhalten bleibt. Dieser Befund ist insofern interessant, als die Durchschnittswerte im d2-Test mit zunehmendem Alter kontinuierlich ansteigen und dabei beträchtliche Varianz zeigen (vgl. Tab. 3).

Bei der Beurteilung der Stabilitäten bleibt anzumerken, daß es sich bei unseren Korrelationen um eine Mischung von quer- und längsschnittlichen Befun-

den handelt, da nicht alle Probanden zu allen Meßzeitpunkten getestet wurden. Zusatzanalysen mit rein längsschnittlichen Daten (und dementsprechend geringeren Fallzahlen) erbrachten jedoch grob vergleichbare Ergebnisse, so daß die in den Tabellen 5 und 6 zusammengefaßten Werte durchaus robust und verallgemeinerbar scheinen.

13. Erfassung individueller Veränderungen: Hierarchical Linear Modeling (HLM)

Wollte man zusätzlich zu interindividuellen Unterschieden in Entwicklungsveränderungen über die Zeit hinweg auch intraindividuelle Veränderungsdaten erfassen, brachte dies lange Zeit in der Praxis große Probleme mit sich, wenn die Anzahl der Meßzeitpunkte wie in der vorliegenden Studie vergleichsweise gering ausfiel. Seit einigen wenigen Jahren ist nun mit dem Hierarchical Linear Modeling-Verfahren (HLM) eine Prozedur verfügbar, die auch in solchen Fällen anwendbar ist. HLM wurde von Bryk und Raudenbush (1987) entwickelt und inzwischen in unterschiedlichen Inhaltsbereichen verwendet (vgl. für eine Anwendung aus dem Bereich der motorischen Entwicklung Schneider, im Druck).

Im folgenden werden kurz die wesentlichen Vorzüge des HLM-Modells zusammengefaßt (s. Bryk & Raudenbush, 1987, für technische Details). Über das Verfahren ist es einmal möglich, die durchschnittliche Wachstumskurve für eine vorgegebene Stichprobe zu schätzen. Zum anderen besteht aber auch die ungleich interessantere Option, individuelle Wachstumskurven zu schätzen und deren Abweichung von der durchschnittlichen Veränderung zu bestimmen. Das Programm erlaubt zusätzlich die Schätzung der Reliabilität sowohl für das Eingangsniveau eines gegebenen Merkmals als auch die Schätzung der Reliabilität der Veränderungswerte. Die Palette sinnvoller Optionen wird abgerundet durch die Möglichkeit, Schätzungen der Korrelation zwischen Eingangsniveau und Veränderungsrate vorzunehmen, bzw. theoretisch interessante Hintergrundvariablen in die Analyse mit einzubeziehen, die individuelle Unterschiede in den Wachstumskurven erklären können.

Die zuletzt genannte Möglichkeit ist für die Zielsetzung der vorliegenden Reanalyse besonders relevant: es lassen sich damit nicht nur individuelle Unterschiede in den Veränderungsdaten ausgewählter tennisspezifischer Fertigkeiten bzw. allgemeiner motorischer Fähigkeiten schätzen, sondern gleichzeitig die Erklärungsanteile von Hintergrundmerkmalen wie etwa der elterlichen Unterstützung, der Konzentration oder der Motivation an den Entwicklungsunterschieden bestimmen.

Die HLM-Analysen zu den intraindividuellen Entwicklungsverläufen brachte ein insgesamt so nicht erwartetes Bild, wie es beispielhaft an der in Abb. 1 bzw. Abb. 2 dargestellten Entwicklung der Ausdauerleistung bzw. der Zielschläge ablesbar wird. In Abb. 1 sind die geschätzten individuellen Wachstumskurven

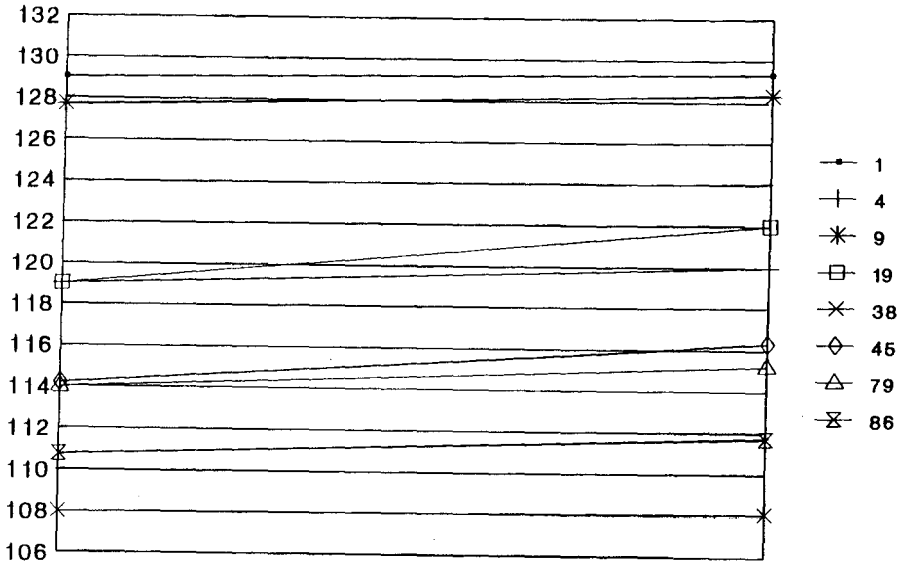


Abb. 1: Reanalyse der Tennistalent-Daten: Geschätzte Entwicklung der Ausdauerleistung (HLM)

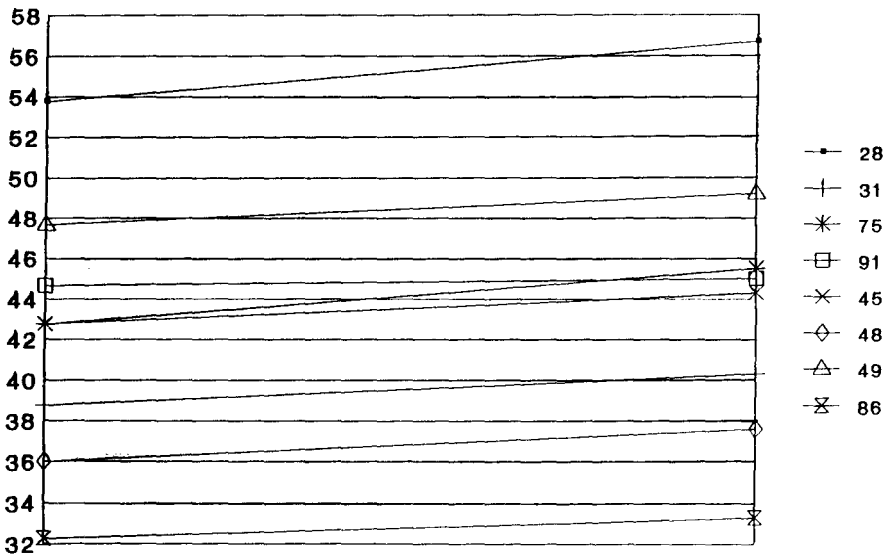


Abb. 2: Reanalyse der Tennistalent-Daten: Geschätzte Entwicklung für Zielschläge Rechts

für vier männliche (1, 4, 9, 19) und vier weibliche Probanden (38, 45, 79, 86) wiedergegeben, wobei durch die Werte dieser acht ausgewählten Tennistalente die Bandbreite in den Ergebnissen maximal ausgeschöpft wird. Die HLM-Analyse ergab einmal, daß sich die Veränderungsdaten am angemessensten über eine lineare Wachstumsfunktion schätzen lassen, zum anderen aber auch, daß sich kaum nennenswerte Unterschiede in den individuellen Veränderungsdaten ergaben: die zu Beginn der Studie vorgefundenen individuellen Unterschiede in den Ausdauerleistungen waren auch noch einige Jahre später ähnlich vorhanden.

Wie sich aus Abb. 2 ersehen läßt, findet sich ein ähnliches Ergebnismuster auch für das Merkmal "Zielschläge rechts". Wiederum zeigen sich weitgehend parallele und lineare Entwicklungsverläufe, wobei sich lediglich für die Probanden 91 und 45 eine Vertauschung der Ausgangspositionen ergibt. Wie schon bei Abb. 1 liegen auch hier alle verfügbaren Wachstumskurven in dem durch die Probanden 28 und 86 markierten Bereich.

Dieses Ergebnismuster läßt sich auf alle im Rahmen der Reanalyse erhobenen Merkmale verallgemeinern und besagt, daß die zu Beginn der Studie vorfindbaren individuellen Unterschiede sich über den Verlauf der Untersuchung hinweg als ziemlich stabil erwiesen haben.

Die besondere Attraktivität von HLM besteht bekanntermaßen darin, daß geprüft werden kann, ob individuelle Unterschiede im Eingangsniveau wie auch individuelle Unterschiede in den Veränderungsdaten auf Unterschiede in theoretisch interessanten Hintergrundmerkmalen rückführbar sind. Die Ergebnisse einer solchen Analyse sind in Tab. 6 exemplarisch für die Variable "Zielschlägerechts" zusammengestellt worden. In einem regressionsanalytischen Verfahren wird zunächst geprüft, inwieweit sich die individuellen Unterschiede im Eingangsniveau der Zielschläge durch Unterschiede im erbrachten Aufwand der Eltern, in körperlichen Auffälligkeiten, Körpergewicht, Körpergröße etc. aufklären lassen. Die in Tab. 6 zusammen mit dem zugehörigen Wahrscheinlichkeitsniveau aufgelisteten t-Werte weisen darauf hin, daß die Hintergrundmerkmale "körperliche Auffälligkeiten", "Präferenz Tennis versus Schule" (als indirekter Indikator für Trainingsintensität), "Konzentration" und "Erfolgsorientierung" signifikante Beiträge zur Erklärung der Varianz im Eingangsniveau der Zielschläge liefern.

Vergleichsweise ungünstiger sieht es aus, wenn man sich die entsprechenden Analysen zur Erklärung individueller Unterschiede in der Leistungsentwicklung während der Untersuchung selber betrachtet: ein signifikanter Beitrag zur Varianzreduktion wird hier lediglich für die Konzentrationsleistung verbucht. Dieser Befund vermag kaum zu überraschen, wenn man sich die insgesamt geringe Variabilität der Veränderungsdaten in diesem Merkmal vergegenwärtigt.

Die geringen individuellen Unterschiede in den Zuwachsraten sind auch der Grund dafür, daß die geschätzte Reliabilität der Veränderungsdaten im Vergleich zu der der Eingangswerte sehr niedrig ausfällt. Es scheint hier der Hinweis wichtig, daß dieser niedrige Koeffizient nicht so zu interpretieren ist, daß

daß es keine ausgeprägten interindividuellen Unterschiede in den Wachstumskurven gibt, schließt jedoch nicht aus, daß die Veränderungen präzise erfaßt werden können (vgl. Rogosa, 1988).

Tabelle 6: HLM-Analyse der Tennistalent-Daten

Was erklären Hintergrund-Variablen an der Varianz des (1) Eingangs-Niveaus und (2) der Veränderungswerte im Merkmal "Zielschläge Rechts"?

	t-Wert	p-Wert
(1) Eingangs-Niveau		
Zeitlicher Aufwand Eltern	0.772	.19
Körperliche Auffälligkeiten	2.777	.02*
Körpergewicht	1.625	.06
Körpergröße	-1.636	.06
Präferenz Tennis	-1.923	.04*
Geschlecht	-1.132	.12
Konzentration	1.917	.04*
Anspruchsniveau	-0.570	.23
Erfolgsorientierung	2.798	.02*
(2) Veränderungswerte		
Eingangs-Niveau	0.025	.32
Zeitlicher Aufwand Eltern	0.396	.27
Körperliche Auffälligkeiten	-0.451	.26
Körpergewicht	-0.734	.20
Körpergröße	0.847	.17
Präferenz Tennis	-0.012	.32
Geschlecht	-0.551	.24
Konzentration	1.911	.04*
Anspruchsniveau	0.102	.32
Erfolgsorientierung	-0.483	.26
Reliabilität der Parameterschätzungen		
Für Eingangs-Niveau	.89	
Für Veränderungswerte	.23	

14. Kausalmodelle zur Leistungsprognose

Die Ergebnisse der HLM-Analysen waren in einem wichtigen Punkt sehr aufschlußreich: es scheint, daß in den meisten erfaßten Merkmalen vergleichsweise stabile individuelle Unterschiede zwischen den Tennistalenten schon sehr früh, also vor Beginn der Längsschnittuntersuchung bestehen und sich im Verlauf der Untersuchungsperiode kaum verschieben. Nur so ist jedenfalls der Befund zu interpretieren, daß die in die HLM-Analysen eingeführten Hintergrundvariablen individuelle Unterschiede im Eingangsniveau der Kinder aufklären konnten, jedoch keine Bedeutung für den weiteren Entwicklungsverlauf hatten. Dieses Ergebnis deutet darauf hin, daß wichtige Weichen für die Entwicklung der Tennistalente schon zu einem frühen Zeitpunkt, nämlich in jedem Fall vor dem 12. Lebensjahr gestellt werden.

Dieser unerwartete Befund führte uns dazu, in einem letzten Schritt der Analyse komplexe Kausalmodelle zur Vorhersage und Erklärung tennisspezifischer Leistungen einzusetzen, die über das bei HLM eingesetzte regressionsanalytische Verfahren insofern hinausgehen, als nun ein theoretisch abgeleitetes Prognosemodell geprüft wird, in dem auch Abhängigkeitsbeziehungen zwischen Prädiktoren möglich werden. Im Unterschied zu HLM lassen sich in Kausal- oder Pfadmodellen individuelle Entwicklungsveränderungen in Einzelmerkmalen über die Zeit hinweg nicht angemessen abbilden. Da aufgrund der HLM-Ergebnisse keine ausgeprägten individuellen Unterschiede in den Veränderungsraten anzunehmen sind, scheint dieses Problem vernachlässigbar.

Um die Voraussetzungen für die Pfadanalysen zu schaffen, wurden die Variablen pro Meßzeitpunkt z-standardisiert und dann für jedes Tennistalent der mittlere variablenspezifische z-Wert bestimmt. Dieses Verfahren entspricht einer Aggregation der Leistungsdaten über die unterschiedlichen Meßzeitpunkte hinweg. Die so transformierten Daten wurden anhand eines Kausalmodells mit latenten Variablen (LVPLS = Latent Variables Partial Least Squares) analysiert. Dieses von Lohmöller (1989) konzipierte Verfahren ermöglicht eine explorative Analyse der Zusammenhangsmuster zwischen Hintergrunddaten, motorischen Fähigkeitsinformationen, tennisspezifischen Fertigkeiten und den später resultierenden Rangplätzen im Tennis. In diesem Ansatz wird ein (faktorenanalytisches) Meßmodell mit einem (regressionsanalytischen) Strukturmodell verknüpft: konzeptionell ähnliche beobachtete Variablen stellen den Ausgangspunkt für die Bildung latenter Faktoren dar, auf deren Ebene dann das regressionsanalytische Strukturmodell geschätzt wird. In Abb. 3 ist das Strukturgleichungsmodell für die Vorhersage des Rangplatzes im Jahr 1982 formuliert. Aus Gründen der Anschaulichkeit beschränkt sich die Grafik auf die Darstellung der Beziehungen zwischen den latenten Variablen. Die in Abb. 3 aufgeführten Strukturkoeffizienten sind im Sinne von Regressionskoeffizienten zu interpretieren. Die Abbildung zeigt eine Reihe interessanter Zusammenhangsmuster auf. Von den insgesamt fünf unabhängigen (exogenen) Prädiktorvariablen zeigen insbesondere Merkmale wie der Zeitaufwand der Eltern und die frühe Entscheidung für das Tennis (gegen die Schule) bedeutsame direkte Effekte auf den Rangplatz im Tennis. Damit scheinen individuelle Unterschiede

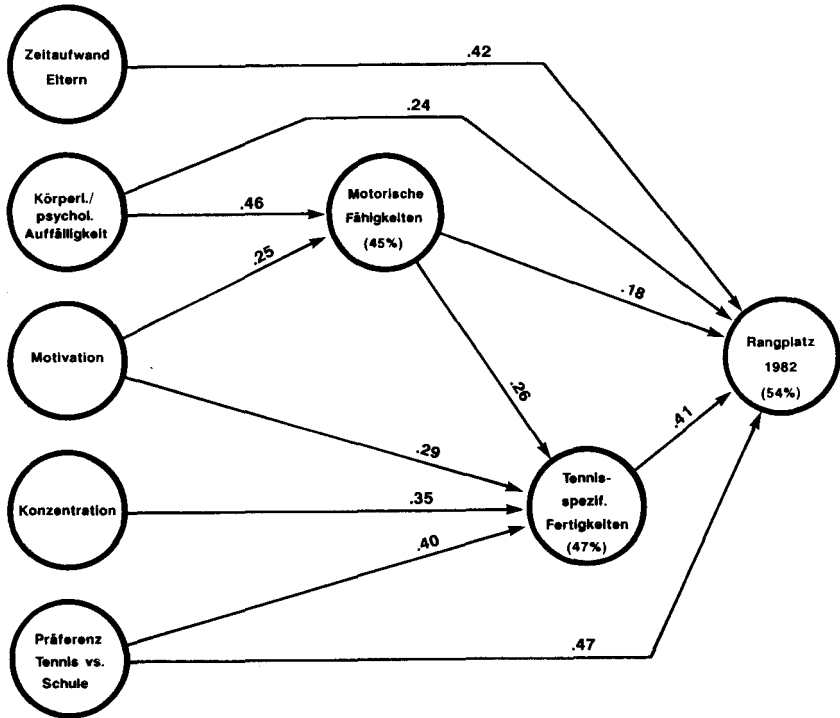


Abb. 3: Modell 1: Vorhersage von Rangplatz '82

in der Betreuung und im Trainingsaufwand, wie sie durch diese Merkmale wohl indiziert sind, für den Erfolg zu einem recht frühen Zeitpunkt der Karriere relevant zu sein. Motivationale Merkmale und körperliche Besonderheiten wie z.B. Körpergröße und -gewicht haben einen Einfluß auf die Ausbildung von motorischen Fähigkeiten und erklären immerhin 45% der Varianz in diesem Konstrukt. Individuelle Unterschiede in der Konzentration, Motivation und Trainingsintensität (Präferenz Tennis) beeinflussen zusammen mit den motorischen Fähigkeiten die Ausprägung tennis-spezifischer Fertigkeiten. Neben den schon erwähnten Indikatoren des Zeitaufwands erklären weiterhin die tennis-spezifischen Fertigkeiten größere Anteile in der Varianz der Tennis-Rangplätze, während der direkte Einfluß der motorischen Fähigkeiten vergleichsweise schwach ausgeprägt ist. Insgesamt belegen die Prozentwerte aufgeklärter Varianz in den tennisspezifischen Fertigkeiten wie auch in den Tennis-Rangplätzen, daß die in das Modell aufgenommenen Merkmale praktisch einflußreich sind.

In einem nächsten Analyseschritt wurde das Modell um eine Komponente erweitert. Wir waren an der Frage interessiert, welche Langzeit-Effekte individuelle Unterschiede in den Hintergrundmerkmalen, den früh gemessenen motorischen Fähigkeiten und tennis-spezifischen Fertigkeiten für die im Jahr 1989 erzielten Erfolge (indiziert durch die jeweiligen Rangplätze) haben würden. Die Ergebnisse für das solchermaßen erweiterte Modell finden sich in Abb. 4. Es zeigt sich, daß lediglich der früh investierte Zeitaufwand der Eltern und die Trainingsintensität direkte langfristige Effekte auf spätere Tennis-Erfolge haben, ohne allerdings praktisch besonders bedeutsam zu sein. Beindruckend hoch erscheint die Vorhersagekraft des im Jahr 1982 erzielten Rangplatzes für die sieben Jahre später erzielten Tennisleistungen zu sein. Die insgesamt hohe Korrelation zwischen den zu beiden Zeitpunkte erfaßten Rangplätzen ($r = .70$) weist auf eine beachtliche Stabilität der individuellen Unterschiede in den Leistungen über eine vergleichsweise lange Zeit hin und bestätigt damit den Eindruck, der schon aus den HLM-Analysen abgeleitet wurde.

15. Zusammenfassende Diskussion

Der Versuch, neuere kognitionspsychologische Ansätze zur Entwicklung von Expertise auf den Bereich des Leistungssports zu übertragen, hat sich u.E. in der

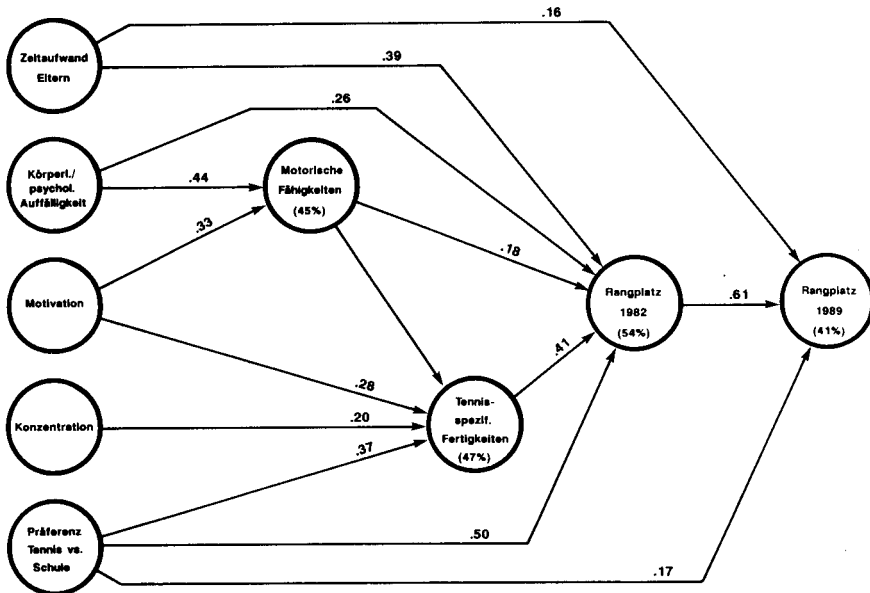


Abb. 4: Modell 2: Vorhersage von Rangplatz '89

vorliegenden Studie als durchaus fruchtbar erwiesen. Die zentrale Aussage dieses Ansatzes besteht darin, daß weniger Entwicklungsveränderungen in allgemeinen intellektuellen Fähigkeiten als vielmehr die Herausbildung von weit überdurchschnittlichen spezifischen Wissensbeständen dafür verantwortlich sind, daß es zu kognitiven Hoch- und Höchstleistungen kommen kann (vgl. Ericsson & Crutcher, 1990). Da diese nur über einen längeren Zeitraum mit relativ hohem Zeitaufwand aufbaubar sind, erweisen sich nichtkognitive Persönlichkeitsmerkmale wie Leistungsmotivation und Ausdauer von entscheidender Bedeutung dafür, daß außergewöhnliche Wissensbestände entstehen.

Übertragen auf den sportlichen Bereich heißt dies, daß weniger die Entwicklung allgemeiner motorischer Fähigkeiten (z.B. Körperkraft, Gelenkigkeit, Beschleunigungs- und Schnelligkeitsfaktoren) als vielmehr der zügige Aufbau sportartspezifischer Fertigkeiten darüber entscheiden sollte, ob sportliche Spitzenleistungen erzielt werden können.

Die Ergebnisse unserer Sekundäranalyse der Längsschnittdaten von jugendlichen "Tennistalenten" stützen den Ansatz von Ericsson und Crutcher insofern, als das Ausmaß der Leistungsmotivation, des Trainingsumfangs und der Trainingsintensität weitgehend die Qualität tennisspezifischer Fertigkeiten bestimmte. Letztere erwiesen sich im Vergleich zu Entwicklungsmerkmalen allgemeiner motorischer Fähigkeiten als ungleich aussagekräftiger, wenn die späteren Leistungen im Tennis prognostiziert werden sollten.

Die Feinanalyse der Entwicklungsveränderungen unserer Tennistalente gibt Anlaß zur Vermutung, daß eine "sensible Phase", in der individuelle Unterschiede in der Leistungsmotivation, der elterlichen Unterstützung und der Trainingsintensität besonders große Bedeutung für Entwicklungsunterschiede in den tennisspezifischen Fertigkeiten haben, schon zu einem relativ frühen Zeitpunkt anzunehmen ist, der in jedem Fall vor dem durchschnittlichen Eintrittsalter in die vorliegende Längsschnittstudie (ca. 11–12 Jahre) liegt. Dies schließen wir vor allem aus den Ergebnissen der HLM-Analysen, denen zufolge die erwähnten nichtkognitiven Merkmale zwar Unterschiede im Eingangstatus unserer Tennistalente erklären konnten, jedoch wenig Bedeutung für den weiteren Entwicklungsverlauf hatten. Vergleichsweise stabile individuelle Unterschiede zwischen den Tennistalenten wurden also schon sehr früh vorgefunden und haben sich im Untersuchungszeitraum nicht mehr wesentlich verschoben. Als praktische Konsequenz aus diesen Befunden ergibt sich, daß etwaige Replikationsstudien mit jüngeren Probanden begonnen werden sollten, damit die Wirkungsmechanismen der genannten nichtkognitiven Merkmale genauer erfaßt werden können.

Die Befunde unserer Kausalmodelle zur Leistungsprognose bestätigen im wesentlichen die Ergebnisse der HLM-Analysen, zeigen darüber hinaus jedoch auch auf, daß Merkmale der Konzentration und Leistungsmotivation den Aufbau tennisspezifischer Fertigkeiten vor allem indirekt, d.h. über die allgemeinen motorischen Fähigkeiten beeinflussen. Insgesamt beeindruckt der Befund, daß der zu einem vergleichsweise frühen Zeitpunkt (1982) eingenommene Rangplatz die Leistungsposition nach sieben weiteren Jahren sehr gut vorher-

sagen kann. Auch dieses Ergebnis läßt sich so deuten, daß Phasen unterschiedlicher Entwicklungstempi im Aufbau tennisspezifischer Fähigkeiten für einen frühen Zeitpunkt anzunehmen sind.

Es bleibt die Frage offen, wie sich die relativen Leistungsanteile von allgemeinen motorischen Fähigkeiten und tennisspezifischen Fertigkeiten bei einer Stichprobe von jungen Tennisspielern bestimmen lassen, die nicht (wie in der vorliegenden Studie) die Leistungsspitze, sondern vielmehr einen breiteren Ausschnitt aus der Population junger Tennisspieler repräsentieren. Wir vermuten für eine solche vergleichsweise leistungsheterogene Stichprobe, daß sich das Ergebnismuster unserer Sekundäranalyse hier nicht nur grundsätzlich replizieren, sondern in seiner Gewichtung noch eindeutiger darstellen lassen sollte: individuelle Unterschiede in den tennisspezifischen Fertigkeiten sollten für die letztendlich erreichte Leistungsstufe eine viel größere Vorhersagekraft besitzen als Unterschiede in allgemeinen motorischen Fähigkeiten. Über solche ergänzende Untersuchungen wäre es möglich, die Verallgemeinerbarkeit neuerer theoretischer Ansätze zur Entwicklung von Expertise genauer zu explorieren.

Literatur

- Bloom, B.S. (Ed.) (1985). *Developing talent in young people*. New York: Ballantine Books.
- Bloom, B.S. (1985a). The nature of the study and why it was done. In B.S. Bloom (Ed.), *Developing talent in young people* (pp. 3–18). New York: Ballantine Books.
- Bloom, B.S. (1985b). Generalizations about talent development. In B.S. Bloom (Ed.), *Developing talent in young people* (pp. 507–549). New York: Ballantine Books.
- Bös, K. (1987). *Handbuch sportmotorischer Tests*. Göttingen: Hogrefe.
- Brickenkamp, R. (1974). *Handbuch psychologischer und pädagogischer Tests*. Göttingen: Hogrefe.
- Bryk, A.S., & Raudenbush, S.W. (1987). Application of hierarchical linear models to assessing change. *Psychological Bulletin*, 101, No. 1, 147–158.
- Chase, W.G., & Ericsson, K.A. (1982). Skill and working memory. In G.H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (Vol. 16, pp. 1–58). 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 structures and memory development. In R.S. Siegler (Ed.), *Children's thinking: What develops?* (pp. 73–96). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Crasselt, W., Forchel, I. & Stemmler, R. (1985). *Die körperliche Entwicklung der Schulpugend in der Deutschen Demokratischen Republik*. Leipzig: Barth.
- Der Spiegel. (1987). Hefte 52 und 53.
- Ericsson, K.A., & Crutcher, R.J. (1990). The nature of exceptional performance. In P.B. Baltes, D.L. Featherman, & R.M. Lerner (Hrsg.), *Life-span development and behavior* (Vol. 10, pp. 187–217). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Kalinowski, A.G. (1985). The development of Olympic swimmers. In B.S. Bloom (Hrsg.), *Developing talent in young people* (pp. 139–192). New York: Ballantine Books.
- Lohmöller, J.B. (1989). *Latent variable path modeling with partial least squares*. Heidelberg: PhysicaVerlag.
- Meinel, K. & Schnabel, G. (1986). *Bewegungslehre - Sportmotorik*. Berlin: Volk und Wissen.
- Monsaas, J.A. (1985). Learning to be a world-class tennis player. In B.S. Bloom (Hrsg.), *Developing talent in young people* (pp. 211–269). New York: Ballantine Books.
- 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.
- Recht, D.R., & Leslie, L. (1988). Effect of prior knowledge on good and poor readers' memory of text. *Journal of Educational Psychology*, 80, 16–20.
- 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.

- Rogosa, D. (1988). Myths about longitudinal research. In K.W. Schaie, R.T. Campbell, W.M. Meredith, & C.E. Rawlings (Hrsg.), *Methodological problems in aging research* (pp. 171–209). New York: Springer-Verlag.
- Schneider, W. (1988). Zur Rolle des Wissens bei kognitiven Höchstleistungen. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 35, 161–172.
- Schneider, W. (im Druck). The longitudinal study of motor development: Methodological issues. In A.F. Kalverboer, B. Hopkins, & R.H. Geuze (Hrsg.), *Motor development in early and later childhood: Longitudinal approaches*. Cambridge: Cambridge University Press.
- 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 (Hrsg.), *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 (Hrsg.), *Handbook of Longitudinal Research* (Vol. 1). New York: Praeger.
- Staszewski, J.J. (1990). Exceptional memory: The influence of practice and knowledge on the development of elaborative encoding strategies. In W. Schneider & F.E. Weinert (Hrsg.), *Interactions among aptitudes, strategies, and knowledge in cognitive performance* (pp. 252–285).
- Weinert, F.E., Schneider, W., & Beckmann, J. (1991). Fähigkeitsunterschiede, Fertigkeitstraining und Leistungsniveau. In R. Daugs, H. Mechlin, K. Blischke & N. Olivier (Hrsg.), *Sportmotorisches Lernen und Techniktraining* (S. 33–52). Schorndorf: Hofmann.