



Universität Potsdam

Reinhold Kliegl, Paul B. Baltes

Testing-the-Limits kognitiver Entwicklungskapazität in einer Gedächtnisleistung

first published in:

Zeitschrift für Psychologie = Journal of psychology Suppl. 11 (1991),
S. 84-92, ISSN 0233-2353, 0044-3409

Postprint published at the Institutional Repository of the Potsdam University:

In: Postprints der Universität Potsdam

Humanwissenschaftliche Reihe ; 158

<http://opus.kobv.de/ubp/volltexte/2010/4036/>

<http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:kobv:517-opus-40362>

Postprints der Universität Potsdam

Humanwissenschaftliche Reihe ; 158

Testing-the-Limits kognitiver Entwicklungskapazität in einer Gedächtnisleistung

Von Reinhold Kliegl und Paul B. Baltes

Zusammenfassung

Bisherige Ergebnisse der kognitiven Altersforschung erlauben keine Schlußfolgerung darüber, ob die Größe und Robustheit der Altersverluste in kognitiven Basisprozessen irreversibel sind und folglich als Indikatoren neurobiologischer Grenzen des alternden Organismus interpretiert werden können. Durch die Forschungsstrategie des Testing-the-Limits wurden im Zusammenhang mit einer kognitiven Intervention zuverlässige Ergebnisse bezüglich alterskorrelierter Grenzen kognitiver Entwicklungskapazität erwartet. Gesunde ältere und junge Erwachsene nahmen an 38 über ein Jahr verteilten experimentellen Sitzungen teil, in denen sie in einer Gedächtnistechnik, der Methode der Orte, trainiert und wiederholt getestet wurden. Die Kriteriumsufgabe war das Behalten langer Wortlisten auf der Grundlage der Erzeugung phantasievoller Gedankenbilder. Obwohl ältere Erwachsene in der Lage waren, die Gedächtnistechnik zu erwerben, zeigte sich unter Testing-the-Limits-Bedingungen eine nahezu vollständige Entzerrung der Leistungsverteilungen junger und älterer Erwachsener, die auch durch langfristiges Training nicht abgebaut wurde. Die Ergebnisse werden in Hinblick auf (1) die Bedeutung spezifischer kognitiver Basisprozesse, (2) Kohorten- bzw. biologische Alterseffekte und (3) mögliche Ausnahmen vom Altersabbau diskutiert.

1. Einleitung

Es ist bislang nicht geklärt, in welchem Umfang Altersdefizite in der kognitiven Leistungsfähigkeit gesunder Menschen Ausdruck eines irreversiblen, physiologisch begründeten Abbaus sind oder lediglich ineffiziente kognitive Strategien widerspiegeln, also im Prinzip durch kognitive Intervention beherrschbar sind. Hierfür gibt es zwei Gründe: Zum einen wurden in Untersuchungen, die den Entwicklungsverlauf kognitiven Alterns beschreiben, sehr große Unterschiede zwischen Personen in Beginn und Geschwindigkeit des Abbaus gefunden (Schaie, 1988; Staudinger, Cornelius & Baltes, 1989). Viele ältere Erwachsene sind auch jenseits des siebzigsten Lebensjahres zu kognitiven Leistungen fähig, die dem durchschnittlichen Leistungsvermögen 35jähriger entsprechen. Es gibt also keine traditionellen kognitiven Testleistungen, von denen bekannt ist, daß sie nicht auch von einigen älteren Personen erreicht werden können.

Der zweite Grund für die Schwierigkeit eines Nachweises irreversibler Altersverluste ergibt sich aus den Leistungsgewinnen in kognitiven Trainingsprogrammen. Gesunde ältere

Erwachsene zeigen beträchtliche Zugewinne in kognitiven Fähigkeiten, wenn sie leistungs-optimierenden Erfahrungsbedingungen wie dem einfachen Üben kognitiver Aufgaben ausgesetzt werden (Schaie & Willis, 1986; Willis, 1987; Baltes & Lindenberger, 1988). Zum Beispiel steigerten gesunde ältere Erwachsene, die an einem kognitiven Training teilnahmen, das Denkstrategien vermittelte, die für das Lösen von Intelligenztestitems nützlich sind, ohne großen Aufwand, d.h. innerhalb von ca. 5 Stunden, ihre Leistung in den trainierten Bereichen auf ein Niveau, das charakteristisch für untrainierte junge Erwachsene ist (Baltes, Sowarka & Kliegl, 1989). Ähnliche Ergebnisse wurden auch für andere kognitive Fähigkeiten erzielt.

Der Hauptgrund für die Ambiguität des altersbedingten Leistungsabbaus beruht unseres Erachtens darauf, daß die Forschung sich weitgehend auf den Normal- bzw. Durchschnittsbereich kognitiver Funktionen beschränkt. Wenn hohes Alter einen robusten und möglicherweise sogar irreversiblen Verlust im kognitiven Leistungspotential mit sich bringt, dann sollte dies an den asymptotisch maximal möglichen Leistungen deutlicher sichtbar sein als im Normalbereich.

Die im folgenden beschriebene Studie untersuchte die Frage altersassoziierter Veränderungen an den Grenzen kognitiver Leistung, also im Höchstleistungsbereich. Während der letzten Jahre haben wir hierzu die Testing-the-Limits-Strategie vorgeschlagen (Kliegl & Baltes, 1987; Kliegl, Smith & Baltes, 1986). Die Kernpunkte dieses Ansatzes sind in Tabelle 1 zusammengefaßt. Testing-the-Limits-Forschung soll Informationen über Ausmaß und Grenzen von Entwicklungskapazität durch den Einsatz leistungssteigernder Bedingungen wie z. B. extensives Training liefern. In diesem Zusammenhang unterscheiden wir in einer heuristischen Taxonomie kognitiver Plastizität zwischen drei Ebenen beobachtbarer kognitiver Kapazität: (a) Ausgangsleistung, (b) gegenwärtige Maximalleistung und (c) Entwicklungskapazität oder asymptotische Maximalleistung. Die Realisierung von Entwicklungskapazität beruht z. B. auf dem Erwerb neuer kognitiver Strategien oder Algorithmen, die im Prinzip kognitive Höchstleistungen ermöglichen.

Tab. I. Testing-the-Limits und kognitive Kapazitätsreserven

Zielsetzungen

Testing-the-Limits ist eine Strategie zur Schätzung der Plastizität und Grenzen gegenwärtiger und künftiger Kapazitätsreserven.

Ebenen der Kapazitätsreserve

Ausgangsleistung:

Leistungsmessung ohne Intervention unter standardisierten Bedingungen;

Gegenwärtige Maximalleistung:

Prüfung des gegenwärtigen Höchstleistungspotentials durch Optimierung von Performanzfaktoren (Kontext, Motivation, Reduktion von Testangst, usw.);

Entwicklungskapazität:

Prüfung des künftigen Leistungspotentials durch entwicklungsoptimierende Interventionen wie z. B. durch den Erwerb neuer kognitiver Algorithmen.

Im Normalbereich der Ausgangsleistung führt die Vermischung von erfahrungsbedingten Unterschieden in der Verwendung kognitiver Strategien mit möglicherweise biologisch bedingten Abbauprozessen zu in dieser Hinsicht nahezu uninterpretierbaren Befunden

(Baltes, 1987; Kliegl & Baltes, 1987). Für viele Entwicklungstheoretiker ist deshalb der Nachweis eines definitiven Altersunterschiedes in Entwicklungskapazität oder ähnlichen Konstrukten (wie kognitives Potential) gleichsam ein Lackmustest dafür, daß kognitives Altern durch einen spezifischen »organismischen« bzw. biologisch begründeten Funktionsverlust charakterisiert werden kann.

Der inhaltliche Gegenstandsbereich der im folgenden berichteten Studie ist die geistige Vorstellungsfähigkeit und ihre Rolle in einer Gedächtnisaufgabe, die das serielle Erinnern von Wortlisten erfordert. Die Erzeugung von Gedankenbildern wurde im Zusammenhang mit einer Gedächtnistechnik, der Methode der Orte, untersucht. Die Teilnehmer lernen zunächst eine Reihenfolge von Orten auswendig. Im Gedächtnisexperiment werden die zu erinnernden Wörter in der Reihenfolge ihrer Darbietung an den Orten dieser geistigen Landkarte abgelegt. Hierbei findet ein für unsere Fragestellung zentraler kognitiver Prozeß statt: Das Ablegen wird durch das Ausdenken dynamischer und phantasievoller Geschichten begleitet, in denen das Wort und der Ort miteinander verknüpft werden. Beim Erinnern geht der Proband die geistige Landkarte nochmals ab. Dabei dienen die Orte als Hinweisreize für die beim Enkodieren erzeugten Gedankenbilder.

Die meisten Erwachsenen, einschließlich älterer, lernen die Methode der Orte ziemlich schnell. Nach einigen Trainingssitzungen können die Teilnehmer Listen, die 20 bis 40 Wörter lang sind, nach einer einzigen Darbietung in der richtigen Reihenfolge reproduzieren, wenn 20 Sekunden für die Konstruktion von Gedankenbildern, pro Wort und Ort, verfügbar sind (Kliegl, Smith & Baltes, 1986, 1989). Normalerweise, d.h. ohne die Verwendung der Methode der Orte, werden weniger als 10 Wörter in richtiger Reihenfolge erinnert. Wenn also Probanden viel höhere Leistungen erzielen, sich also an 20 bis 40 Wörter erinnern, kann man sicher sein, daß auf den Einsatz der Gedächtnistechnik zurückzuführen ist. Die Effektivität der Methode der Orte beruht im wesentlichen auf zwei Komponenten: (a) Der Einprägungsprozeß für jedes Wort wird durch mentale bildhafte Vorstellung unterstützt, und (b) die Reihenfolge des zu erinnernden Materials kann durch das Wissen über die Reihenfolge der Orte der mentalen Landkarte rekonstruiert werden.

Die Daten der 38 Sitzungen umfassenden Studie repräsentieren die Weiterführung einer früheren Arbeit (Kliegl, Smith & Baltes, 1989). Der Bericht bezog sich in etwa auf ungefähr die erste Hälfte der Studie, d.h. Sitzungen 1 – 20. Die Ergebnisse dieser ersten Phase legten bereits das Vorhandensein von altersbedingten Grenzen in der Entwicklungskapazität nahe. Die Daten waren aber bezüglich einer zentralen Frage nicht ausreichend: Würden die Altersunterschiede bei weiteren und verbesserten Übungsmöglichkeiten bestehenbleiben, oder würde die Weiterführung des Trainings zu Leistungssteigerungen führen, die es nahelegen, daß, langfristig gesehen, auch ältere Erwachsene das Leistungsniveau junger Erwachsener erreichen? Um dieser Frage nachzugehen, wurde die Studie um 18 Sitzungen erweitert.

2. Methode

Probanden

Eine ausführliche Beschreibung der Stichproben findet sich in Kliegl, Smith and Baltes (1989, im Druck). Fünfunddreißig der ursprünglich 37 Teilnehmer waren für dieses Experiment verfügbar; alle Analysen beruhen auf dieser Stichprobe. Das Alter der 16 jungen Erwachsenen war im Durchschnitt 25.4 Jahre (range: 20 – 30 Jahre), das der 19 älteren

Erwachsenen 72.7 Jahre (range: 66–80 Jahre). Die Stichprobe wurde positiv ausgewählt, was zu einem konservativen altersvergleichenden Design führte, der die älteren Erwachsenen begünstigte. Alle Teilnehmer waren überdurchschnittlich intelligent (IQ junger E: $M = 118$, $SD = 6$; IQ älterer E: $M = 125$, $SD = 8$) und von guter Gesundheit gemäß einer subjektiven Selbsteinschätzung. Es gab keine Altersunterschiede im HAWIE Wortschatztest, aber, wie erwartet, unterschieden sich die Altersgruppen im Zahlensymboltest, einem Maß der fluiden Intelligenz.

Experimentalplan

Der gesamte Experimentalplan (siehe auch Abbildung 1) umfaßte 38 einstündige Sitzungen, die über einen Zeitraum von 1.3 Jahren verteilt waren. Die Sitzungen können in zwei größeren Kategorien eingeteilt werden: Trainings- und Testsitzungen. Außerdem gab es noch zwei Rückmeldungssitzungen (Sitzung 20 und 28).

Trainingsitzungen. In 17 Sitzungen wurde individuelles Training in der Methode der Orte verabreicht; die Sitzungen sind in Abbildung 1 besonders gekennzeichnet. Trainings-sitzungen bestanden aus jeweils vier Listen mit 30 Wörtern. Insgesamt (also auch einschließlich der Testsitzungen) versuchte jeder Teilnehmer, 4380 Vorstellungsbilder zu konstruieren, die ein zu erinnerndes Wort und einen Ort der mentalen Landkarte verbinden. Das Trainingsprogramm bestand aus mehreren Phasen. In der ersten Phase (Sitzungen 5 und 6) wurde die Methode der Orte erklärt und instruiert. Hierbei wurden die Wörter ohne Zeitdruck dargeboten. Die weiteren Trainingsphasen zielten darauf ab, die Leistung bei immer kürzeren Darbietungszeiten pro Wort zu stabilisieren. Hierzu wurden verschiedene Formen kriteriumsorientierten Trainings implementiert. Die Darbietungszeit pro Wort wurde entsprechend dem individuellen Leistungsvermögen verkürzt oder, in einer späteren Phase, verlängert, je nachdem, ob ein Kriterium der Behaltensleistung (50 % oder 80 %) erreicht wurde oder nicht.

Testsitzungen. Die Leistung im seriellen Erinnern von Wortlisten und die trainingsbedingten Verbesserungen in 12 Sitzungen repräsentiert den Kern der folgenden Analysen. In diesen Sitzungen wurde die Leistung unter für alle Probanden gleichen Bedingungen mit 30 Wörtern langen Listen gemessen; die Darbietungszeiten variierten von 20 s bis 0.84 s pro Wort. Je kürzer die Darbietungszeiten, desto weniger Zeit hatten die Probanden, ihre Gedankenbilder zu konstruieren. Die Erinnerungszeit war auf 10 Minuten pro Liste begrenzt.

3. Ergebnisse

Die Daten wurden bezüglich der drei folgenden Fragen analysiert: (1) Wurde die Gedächtnistechnik Bestandteil des kognitiven Repertoires der Teilnehmer? (2) Blieben die Altersunterschiede über das Training hinweg bestehen? (3) Welche Schlüsse können wir bezüglich der Robustheit der alterskorrelierten Grenzen von Entwicklungskapazität im seriellen Erinnern von Wortlisten ziehen?

Für jede dieser Fragen wurde eine Teilmenge der in Abbildung 1 dargestellten Daten analysiert. Der linke Teil der Abbildung veranschaulicht die durchschnittliche Zahl in der richtigen absoluten Position erinnerter Wörter in Prätest, Zwischentests und Posttest für junge und ältere Erwachsene. Die Testwerte beruhen auf dem Mittelwert von fünf Listen

Altersunterschiede der asymptotischen Maximalleistung im seriellen Erinnern von Wortlisten

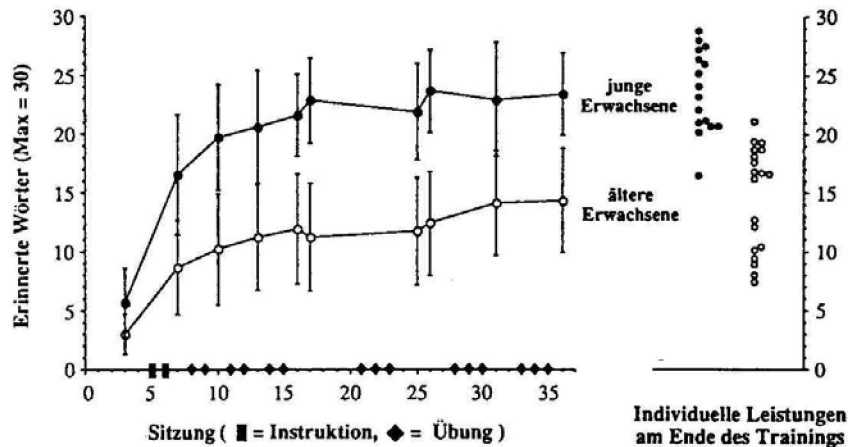


Abb. 1 Leistung junger und alter Erwachsener im seriellen Erinnern von Wortlisten im Verlauf des Trainings in der Methode der Orte. Die vertikalen Linien repräsentieren Standardabweichungen. Im rechten Teil sind die Einzelergebnisse bei der letzten Messung (Sitzung 36/37) wiedergegeben.

mit unterschiedlichen Darbietungszeiten (20 s, 15 s, 10 s, 5 s, 3 s), um Daten mit guter Reliabilität zu erhalten. Darbietungszeiten schneller als 1 s pro Wort wurden nicht einbezogen, da bei diesen Bedingungen keine der beiden Altersgruppen eine Leistung zeigte, die eine erfolgreiche Anwendung der Methode der Orte indizieren würde.

3.1. Robuste Altersunterschiede trotz beträchtlicher Entwicklungskapazität

Erstens, und wie bereits von Kliegl, Smith und Baltes (1989) für den ersten Teil dieser Studie berichtet, verfügten junge und ältere Erwachsene über ausreichend Entwicklungskapazität, um die trainierte Strategie zu erwerben. Nach zwei Instruktionssitzungen und gemittelt über Listen mit Darbietungszeiten von 20 s und 15 s pro Wort erinnerten sich junge und ältere Erwachsene an 23.6 bzw. 13.3 Wörter. Diese Leistung ist außerhalb des Leistungsbereiches, den Erwachsene ohne Training in der Methode der Orte erreichen. Die entsprechenden Prätestwerte waren 7.4 und 3.8 Wörter für die jungen und älteren Erwachsenen. Diese Lernergebnisse indizieren eine größere Entwicklungskapazität für ältere Erwachsene, als allgemein angenommen wird. Die statistischen Tests waren alle auf dem 1 %-Niveau signifikant. Zweitens waren die Altersunterschiede zugunsten der jungen Erwachsenen sehr ausgeprägt, blieben auch jenseits der sechs von Kliegl, Smith und Baltes (1989) berichteten Trainings-sitzungen bestehen und wurden durch diese weitere Übungsphase nicht aufgehoben. (Wie in Abbildung 1 erkennbar, gab es von Sitzung 26 bis 31 etwas stärkere Trainingsgewinne für ältere Erwachsene, die sich aber nicht fortsetzten).

3.2. Altersverluste an Leistungsgrenzen

Die dritte Frage war, ob die Daten altersbedingte Grenzen von Entwicklungskapazität abbilden. Würden ältere Erwachsene bei weiterer Übung jemals das Niveau junger Erwachsener erreichen? Innerhalb der Grenzen des vorliegenden Experimental- und

Tab. II. Reliabilitäts- und Stabilitätskoeffizienten für junge und alte Erwachsene

alte Erwachsene/Sitzung	Prätest	7	17	26/27	36/37
Prätest	(.92)	.11	.09	.31	.14
7		(.96)	.61	.60	.59
17			(.97)	.80	.82
26/27				(.97)	.83
36/37					(.98)

junge Erwachsene/Sitzung	Prätest	7	17	26/27	36/37
Prätest	(.97)	.55	.14	.23	.35
7		(.98)	.68	.71	.71
17			(.92)	.85	.77
26/27				(.97)	.81
36/37					(.98)

Anmerkung: Korrelation größer als .57 sind signifikant ($p < .01$). Die Daten beruhen auf Mittelwerten über Listen aller Darbietungszeiten. Werte in den Diagonalen sind Spearman-Brown-Split-Half-Reliabilitäten.

Trainingsplanes gab es wenig Evidenz für Fortschritt in der zweiten Trainingshälfte. Die folgenden beiden Analysen illustrieren die geringe Wahrscheinlichkeit einer Behebung der negativen Altersunterschiede mit weiterer Übung. Die Analysen beleuchten zwei Aspekte der Größe des Altersunterschiedes: Asymptotische Maximalleistung und interindividuelle Variabilität.

Mit Bezug auf die asymptotische Maximalleistung ist festzustellen, daß die älteren Erwachsenen in den beiden letzten Testsitzungen nach 17 Trainingssitzungen immer noch auf einem signifikant ($p < .06$) niedrigeren Niveau waren (14.3 Wörter) als die jungen Erwachsenen in den ersten beiden Testsitzungen nach den Instruktionssitzungen (17.0 Wörter). Betrachtet man ferner die interindividuelle Variabilität, so gab es nahezu keine Überlappung zwischen den Leistungsverteilungen junger und alter Erwachsener. Wie im rechten Teil von Abbildung 1 sichtbar, gab es nur eine Person aus jeder Altersgruppe, die in die Leistungsverteilung der anderen Gruppe fiel. Keiner der älteren Erwachsenen war über dem Durchschnitt der jungen Erwachsenen. Es sei auch angemerkt, daß wir keinerlei Belege dafür haben, daß ältere Erwachsene weniger leistungsorientiert und weniger motiviert waren als junge Erwachsene.

Die Schlußfolgerung einer altersassoziierten Reduktion in Entwicklungskapazität wird auch durch die hohe Stabilität interindividueller Unterschiede zwischen den Testsitzungen gestützt (siehe Tabelle 2). Die Korrelationen zwischen Prätest und vier späteren Messungen innerhalb der Altersgruppen belegen, daß die Teilnehmer ihre Position relativ zueinander behielten. Es gibt also keine Hinweise darauf, daß einige ältere Erwachsene über eine Entwicklungskapazität verfügen, die mit weiterem Training zu plötzlichen Gewinnen führen würde.

4. Diskussion und Schlußfolgerung

Es liegt in der Natur asymptotischer Maximalleistungen, daß der Nachweis von Leistungsgrenzen nie endgültig ist. Wir können nicht definitiv ausschließen, daß weitere Übung oder neue Bedingungen zu anderen Ergebnissen führt bzw. führen. Trotz dieser generellen Beschränkung glauben wir, daß die gegenwärtige Studie einen besonders starken Nachweis für Altersverluste bei kognitiven Prozessen, die mit mentaler Vorstellung zusammenhängen, führt. Zwei Tatsachen sind hierfür ausschlaggebend: (1) Ältere Erwachsene liegen nach intensivem Training im Durchschnitt unter dem Niveau junger Erwachsener mit zwei Instruktionssitzungen. (2) Keiner der älteren Erwachsenen erreichte das durchschnittliche Leistungsniveau junger Erwachsener.

Die Ergebnisse berühren drei wichtige Themen: (1) Lassen sich die Altersverluste auf spezifische kognitive Basiskomponenten zurückführen? (2) Sind die Altersunterschiede Ausdruck eher kohorten- als altersspezifischer Faktoren? (3) Gibt es einzelne ältere Erwachsene, die diesem Altersverlust nicht unterliegen?

Zur ersten Frage: Mit der Testing-the-Limits-Strategie ist auch die Erwartung verknüpft, daß sie die Identifikation besonders altersanfälliger kognitiver Basiskomponenten ermöglicht. Aus kognitionstheoretischer Perspektive ist ja Entwicklungskapazität nicht eine unabhängige, sondern eine abhängige Variable. Da wir die Bedeutung der Konstruktion von Gedankenbildern als Ursache für Altersunterschiede wesentlich stärker betont haben als die zweite kritische Komponente der Methode der Orte, nämlich die Verfügbarkeit der geistigen Landkarte, sei hier auch erwähnt, daß die interindividuellen und Altersunterschiede für diese Teilnehmer auch in einem Cued-Recall-Paradigma gefunden wurden, bei dem die Orte als Wortmarken sowohl bei der Darbietung und als auch beim Erinnern explizit verfügbar waren (Kliegl & Lindenberger, 1989). Da beim Cued-Recall Verfahren die Verfügbarkeit der geistigen Landkarte keine Rolle spielt und trotzdem eine vergleichbare Entzerrung der Leistungsverteilungen gefunden wurde, ist die kreative Konstruktion von Gedankenbildern unter Zeitbeschränkung als eine leistungsbegrenzende Komponente anzusehen.

In einer weiteren Arbeit konnten wir zeigen, daß die präexperimentelle Fähigkeit im Zahlen-Symbol-Test, einem besonders alterssensitiven Indikator fluider Intelligenz, interindividuelle Unterschiede in der Gedächtnisleistung erst nach Instruktion in der Mnemotechnik vorhersagte, gleichzeitig aber der Anteil an Varianz, der auf Altersunterschiede zurückgeführt werden konnte, dadurch nicht geringer, sondern über den Trainingsverlauf hinweg größer wurde (Kliegl, Smith & Baltes, im Druck). Es wurden also durch das Training einerseits Beziehungen zu kognitiven Basisprozessen deutlich, statistisch unabhängig davon aber andererseits auch neue alterskorrelierte Varianz sichtbar gemacht.

Die zweite Frage, ob es sich um kohorten- bzw. altersspezifische Faktoren handelt, läßt sich nicht ohne Längsschnittuntersuchungen mit Kohortensequenzdesign beantworten (Baltes, 1968; Riley, 1973; Schaie, 1965). Unseres Erachtens ist es allerdings sehr unwahrscheinlich, daß Kohortenunterschiede von der gleichen Größe wie die hier berichteten Altersunterschiede sein könnten. Frühere Forschung, in der Kohorteneffekte nachgewiesen wurden, untersuchten den Normalbereich, nicht die Spitzenleistung kognitiver Funktionsfähigkeit. Für diesen Normalbereich weiß man aus kognitiven Interventionsstudien, daß gegenwärtige Kohorten älterer Erwachsener ihre Leistung auf ein Niveau steigern können, daß dem junger Erwachsener und vermutlich auch ihrer eigenen Leistungsfähigkeit im mittleren Erwachsenenalter sehr ähnlich ist (Baltes & Lindenberger, 1988; Riley, 1973; Schaie & Willis, 1986). Die Tatsache aber, daß die älteren Erwachsenen auch nach 17 Trainings-

sitzungen noch nicht das Leistungsniveau junger Erwachsener kurz nach Instruktion in der Gedächtnistechnik erreichten, läßt es nicht plausibel erscheinen, daß eine ganze Kohorte künftiger älterer Erwachsener die kognitive Funktionsfähigkeit junger Erwachsener erreichen könnte.

Wahrscheinlicher erscheint uns, daß altersbezogene neurobiologische Beschränkungen eine Rolle spielen. Solche neurobiologischen Beschränkungen können natürlich die Folge sowohl eines genetisch determinierten biologischen Alterns als auch des neurophysiologischen Niederschlages lebenslanger Erfahrung und kognitiver Tätigkeit sein. Wir gehen davon aus, daß durch die experimentelle Kontrolle, die im Rahmen des Cognitive Engineering vorhanden ist, langfristig eine Analyse kausaler Zusammenhänge auf der Ebene spezifischer Mechanismen möglich wird. In der Vergangenheit waren derartige Analysen vor allem dadurch beeinträchtigt, daß kognitive Altersdefizite durch Übung leicht behoben werden konnten und daß es immer viele ältere Erwachsene im Leistungsbereich junger Erwachsener gab.

In bezug auf die Frage nach den Ausnahmen von Altersverlust müssen wir zunächst darauf hinweisen, daß die hier untersuchte Entwicklungskapazität sich primär auf mechanische Aspekte kognitiver Prozesse bezieht. Es gibt andere Aspekte der Kognition, in denen stärker auf Wissen rekuriert wird (z. B. Sprachverständnis, professionelle Expertise oder Weisheit), bei denen hohe Leistungen im Alter möglich sind (Baltes & Smith, 1990; Perlmutter, im Druck; Smith & Baltes, 1990).

Für die hier berichteten Befunde relevanter ist die Suche nach Ausnahmen vom Altersabbau in der für die Konstruktion von Gedankenbildern kritischen Entwicklungskapazität. Zum Beispiel könnten bestimmte ältere Erwachsene mit besonderen Talenten oder lebenslanger Übung in der Generierung mentaler Vorstellungen vom Altersabbau verschont bleiben. Die Ergebnisse einer im Rahmen dieses Projektes durchgeführten Dissertation, die »erfolgreiche« ältere Grafiker trainierte, konnten dies allerdings nicht bestätigen (Lindenberger, 1990). Zwar waren die älteren Grafiker weniger beeinträchtigt als normale ältere Kontrollpersonen, aber keiner von ihnen erreichte das mittlere Leistungsniveau normaler junger Erwachsener. Ausnahmen vom Altersabbau würden wir vielleicht noch bei älteren Gedächtniskünstlern finden, die diese Profession einen großen Teil ihres Lebens ausgeübt haben.

Die Entwicklungspsychologie teilt mit der Differentialpsychologie das Bemühen um die Isolierung und Bestimmung kognitiver Basisprozesse, die interindividuelle Unterschiede erklären. Da organismische Variablen wie Alter oder auch Gesundheitszustand nicht experimentell manipuliert werden können, stellt sich die Frage nach dem Ausschluß anderer Korrelate der Gruppenvariablen. Die Verbindung von Cognitive Engineering und Testing-the-Limits zur Bestimmung asymptotischer Maximalleistung einer unter experimenteller Kontrolle erworbenen kognitiven Fertigkeit scheint uns eine sehr nützliche Ergänzung des Repertoires an Forschungsstrategien zur Analyse der Mechanismen kognitiver Informationsverarbeitung und damit zusammenhängenden interindividuellen Unterschieden.

References

- Baltes, P. B. (1968). Longitudinal and cross-sectional sequences in the study of age and generation effects. *Human Development*, 11, 145 – 171.
- Baltes, P. B. (1987). Theoretical propositions of life-span developmental psychology: On the dynamics between growth and decline. *Developmental Psychology*, 23, 611 – 626.

- Baltes, P. B., & Kliegl, R. (1990). **Testing-the-limits research suggests robust if not irreversible aging loss in reserve capacity for memory based on mental imagination.** Manuscript submitted for publication.
- Baltes, P. B., & Lindenberger, U. (1988). On the range of cognitive plasticity in old age a function of experience: 15 years of intervention research. *Behavior Therapy*, *19*, 283 – 300.
- Baltes, P. B., & Smith, J. (1990). Weisheit und Weisheitsentwicklung: Prolegomena zu einer psychologischen Weisheitstheorie. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, *22*, 95 – 135.
- Baltes, P. B., Sowarka, D., & Kliegl, R. (1989). Cognitive training research on fluid intelligence in old age: What can older adults achieve by themselves? *Psychology and Aging*, *4*, 217 – 221.
- Kliegl, R., & Baltes, P. B. (1987). Theory-guided analysis of mechanisms of development and aging through testing-the-limits and research on expertise. In C. Schooler & K. W. Schaie (Eds.), *Cognitive functioning and social structure over the life course* (pp. 95 – 119). Norwood, NJ: Ablex.
- Kliegl, R., & Lindenberger, U. (1989). **A mathematical model of proactive interferences in cued recall: Localizing adult age differences in memory functions.** Unpublished manuscript, Max Planck Institute for Human Development and Education, Berlin.
- Kliegl, R., Smith, J., & Baltes, P. B. (1986). Testing-the-limits, expertise, memory in adulthood and old age. In F. Klix & H. Hagendorf (Eds.), *Human memory and cognitive capability*. Amsterdam: North Holland.
- Kliegl, R., Smith, J., & Baltes, P. B. (1989). Testing-the-limits and the study of adult age differences in cognitive plasticity of a mnemonic skill. *Developmental Psychology*, *25*, 247 – 256.
- Kliegl, R., Smith, J., & Baltes, P. B. (im Druck). On the locus and process of magnification of age differences during mnemonic training. *Developmental Psychology*.
- Lindenberger, U. (1990). **The effects of professional expertise and cognitive aging on skilled memory performance.** Doctoral dissertation, Free University of Berlin, FRG.
- Perlmutter, M. (Ed.). (in press). **Late-life potential.** Washington, DC: Gerontological Society of America.
- Riley, M. W. (1973). Aging and cohort succession: Interpretations and misinterpretations. *Public Opinion Quarterly*, *37*, 35 – 49.
- Schaie, K. W. (1965). A general model for the study of developmental problems. *Psychological Bulletin*, *64*, 92 – 107.
- Schaie, K. W. (1988). Variability in cognitive function in the elderly: Implications for societal participation. In A. D. Woodhead, M. A. Bender, & R. C. Leonard (Eds.), *Phenotypic variation in populations* (pp. 191 – 211). New York: Plenum Press.
- Schaie, K. W., & Willis, S. L. (1986). Can adult intellectual decline be reversed? *Developmental Psychology*, *22*, 223 – 232.
- Smith, J., & Baltes, P. B. (1990). A study of wisdom-related knowledge: Age/cohort differences in responses to life-planning problems. *Developmental Psychology*, *26*, 494 – 505.
- Staudinger, U. M., Cornelius, S. W., & Baltes, P. B. (1989). The aging of intelligence: Potential and limits. *The Annals of the American Academy of Political and Social Science*, *503*, 43 – 59.
- Willis, S. L. (1987). Cognitive training and everyday competence. In K. W. SCHAIE (Ed.), *Annual Review of Gerontology and Geriatrics* (Vol. 7, pp. 159 – 188). New York: Springer.

Dieser Beitrag beruht auf einer Übersetzung einer englischsprachigen Publikation (Baltes & Kliegl, 1990). Wir danken den Teilnehmern für ihr anhaltendes Interesse, Annette Rentz und Werner Scholtysik für die Koordination und Durchführung der Trainingsstudie und Gregor Caregnato und Amoura Youssef für Forschungsassistenz.

Die Adresse der Autoren ist:
 Max-Planck-Institut für Bildungsforschung,
 Lentzeallee 94,
 W-1000 Berlin 33, Bundesrepublik Deutschland