

Kliegl, Reinhold; Smith, Jacqui; Heckhausen, Jutta
**Ausbildung zum Gedächtniskünstler. Ein experimenteller Zugang zur
Überprüfung von Theorien kognitiven Lernens und Alterns**

Unterrichtswissenschaft 14 (1986) 1, S. 29-39



Quellenangabe/ Reference:

Kliegl, Reinhold; Smith, Jacqui; Heckhausen, Jutta: Ausbildung zum Gedächtniskünstler. Ein experimenteller Zugang zur Überprüfung von Theorien kognitiven Lernens und Alterns - In: Unterrichtswissenschaft 14 (1986) 1, S. 29-39 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-295896 - DOI: 10.25656/01:29589

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-295896>

<https://doi.org/10.25656/01:29589>

in Kooperation mit / in cooperation with:

BELTZ JUVENTA

<http://www.juventa.de>

Nutzungsbedingungen

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document.

This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

Kontakt / Contact:

pedocs
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Digitalisiert

Mitglied der


Leibniz-Gemeinschaft

Ausbildung zum Gedächtniskünstler

Ein experimenteller Zugang zur Überprüfung von Theorien kognitiven Lernens und Alterns

Der hier berichtete Forschungsansatz kombiniert entwicklungs- und kognitionspsychologische Fragestellungen. Das entwicklungspsychologische Ziel war, Potential und Grenzen latenter kognitiver Leistungsreserven bei jungen und älteren Erwachsenen sichtbar zu machen. Eine systematische Heranführung an Leistungsgrenzen sollte außerdem die unterschiedliche Alterssensitivität kognitiver Prozesse verdeutlichen und zu einer Vergrößerung interindividueller Unterschiede führen. Das kognitionspsychologische Ziel war, die Genese kognitiver Expertise unter Laborbedingungen zu simulieren, wobei vor allem die Transformation von Laien- in Expertenwissen untersucht werden sollte. Diese Überlegungen wurden in einem Trainingsprogramm überprüft, in dessen Verlauf junge und ältere Erwachsene in einer Gedächtniskunst für das Behalten von Zufallszahlen und Wortlisten unterwiesen wurden. Die Brauchbarkeit dieses experimentellen Paradigmas für die Überprüfung der theoretischen Fragen wird durch Ergebnisse aus vier Einzelfallstudien belegt.

A research paradigm to test the acquisition of cognitive expertise

This research examines developmental and cognitive psychological questions. The developmental interest is to demonstrate the potential and limits of latent cognitive reserve in young and older adults. A testing-the-limits methodology is advocated to identify differential sensitivity to aging in cognitive processes and to magnify interindividual differences. The cognitive psychological goal is to simulate the acquisition of cognitive expertise in a laboratory situation and, in particular, to study processes that transform novice to expert knowledge. In the context of a training program that was designed to test these assumptions, young and older adults acquired a memory expertise that allowed recall of random digit strings and lists of words. Results from four case studies are used to illustrate and to document the utility of this research paradigm.

Eines der chronischen Probleme der kognitiven Entwicklungsforschung besteht darin, aus beobachteter Leistung auf latente Erklärungsvariablen wie Begabung, Basiskapazität und Lernfähigkeit zurückzuschließen. Das Problem wird besonders offenkundig, wenn die Vergleichsgruppen (z.B. Altersgruppen) sich in der Quantität und Qualität ihrer Erfahrungs- und Lerngeschichten unterscheiden. Beobachtete Leistungsunterschiede können in diesen Fällen selten eindeutig als Indikatoren zugrundeliegender Kapazitäts- oder Kompetenzunterschiede interpretiert werden. Eine hypothetische Lösung dieses Problems besteht darin, durch experimentelle Studien die zugrundeliegenden Fähigkeitskonstrukte gezielter anzugehen, als dies in der Vergangenheit geschah. Zu diesem Zweck sind Begriffe wie „Leistungsreserve“ und „Grenztesten“ (Testing-the-Limits) in die Diskussion eingebracht worden (M. Baltes/Kindermann 1984, Kliegl/Baltes im Druck). Anders als herkömmliche Performanztests ermöglichen Studien zur Leistungsreserve, einem dynamischen Parameter, Rückschlüsse auf die Plastizität von Leistungen, deren Bedingungen und Grenzen. So soll in diesem Beitrag am Beispiel des Erwerbs einer Gedächtniskunst einerseits gezeigt werden, daß auch ältere Menschen relativ mühelos

kognitive Strategien erwerben können, die ihnen hohe Gedächtnisleistungen ermöglichen; andererseits soll diese Arbeit zugleich deutlich machen, daß potentiell vorhandene, altersbedingte Performanzdefizite im Höchstleistungsbereich der Expertenkompetenz, also an Leistungsgrenzen, ausgeprägter sind als auf dem Leistungsniveau der Novizenkompetenz (Baltes/Dittmann-Kohli/Dixon 1984, Baltes/Kliegl im Druck, Kliegl/Baltes 1984, im Druck).

Unser Forschungsansatz stützt sich, im Gegensatz zu bisherigen Untersuchungen von in der Population vorgefundenen, „fertigen“ Experten, auf eine Methode des theoriegeleiteten Aufbaus einer Expertise. Der Aufbau einer Expertise *de novo* kann zwei Zielsetzungen gleichzeitig erfüllen. Einerseits kann die Entwicklung von Expertise am Beispiel rekonstruiert werden, andererseits eröffnet die Simulation der Kompetenzentwicklung den Zugang zu experimenteller Manipulation. Auf diese Weise dient die Effizienz des Trainingsprogramms beim Aufbau einer Expertenkompetenz als Prüfstein des zugrunde gelegten theoretischen Modells.

Im folgenden werden zunächst entwicklungs- und kognitionspsychologische Überlegungen ausführlicher entwickelt, dann die theoriegeleitete Synthese einer Gedächtniskunst für das Behalten von Zufallszahlen beschrieben und schließlich erste Ergebnisse aus Fallstudien berichtet.

Entwicklungspsychologische Annahmen

Die entwicklungspsychologische Zielsetzung der Studie richtet sich darauf, sowohl das Potential als auch die Grenzen latenter Leistungsreserven älterer Erwachsener durch ein im Labor kontrollierbares Trainingsprogramm sichtbar zu machen. Kognitionspsychologisch orientierte Untersuchungen von Alterungsprozessen demonstrieren recht übereinstimmend einen generellen Leistungsabbau bei der Bearbeitung unterschiedlichster Aufgaben (Salthouse 1985). Dabei werden solche Befunde gerade auch in der nichtwissenschaftlichen Öffentlichkeit häufig als Beleg für stereotypisierende Alterungskonzepte rezipiert, nach denen im Alter alle Leistungen abfallen. So werden Alterungsprozesse im Bereich kognitiver und intellektueller Fähigkeiten analog zum altersbedingten Nachlassen der Sehschärfe und des Gehörs begriffen. Nimmt man jedoch die normale Leistung Erwachsener im mittleren Lebensalter als Maßstab, dann genügen z.B. fünf Stunden Training, um einen über etwa 35 Jahre akkumulierten „Alters“abbau bei den als besonders alterungsanfällig eingestuften Intelligenztestaufgaben zu kompensieren (Baltes 1984, Baltes/Dittmann-Kohli/Kliegl im Druck, Baltes/Willis 1982). Niemand würde von einem Gehörtraining entsprechende Effekte erwarten. Sind jedoch altersbedingte Leistungsdefizite im kognitiven Bereich so leicht zu revidieren, sollte man ihren Stellenwert für wissenschaftliche Theoriebildung im Bereich kognitiver Alterungsprozesse eher skeptisch beurteilen. Nicht solche Defizite, die sich aus einmaligen Performanzprüfungen ergeben, dürften theoretisch bedeutsam erscheinen, sondern vielmehr Leistungsunterschiede, die sich trotz, oder besser wegen intensiver, zeitlich ausgedehnter Förderung als trainingsresistent erweisen. Gerade auf ei-

nem höheren Performanzniveau, also in der Nähe von Leistungsgrenzen, erwarten wir eine Vergrößerung sowohl interindividueller als auch altersbedingter Performanzunterschiede (Baltes u.a. 1984, Baltes/Kliegl im Druck, Kliegl/Baltes im Druck). Ähnliche Überlegungen wurden auch von Befürwortern von Lerntests (Guthke 1982, Wiedl 1984) oder Testing-the-Limits-Verfahren angestellt (M. Baltes/Kindermann 1985, Schmidt 1971). Dabei kann dann allerdings, je nach Aufgabe, der Altersunterschied durchaus auch zugunsten älterer Leute ausfallen. Baltes u.a. (1984; vgl. auch Smith/Dixon/Baltes im Druck) nehmen an, daß dies zum Beispiel für Aufgaben der Fall sein könnte, deren Lösung ein hohes Maß an Lebenserfahrung voraussetzt. Im Hinblick auf die Gedächtniskunst erwarten wir durch das Nutzbarmachen kognitiver Reserven eine Leistungssteigerung sowohl bei älteren als auch jungen Probanden. Die Unterschiede zwischen den Altersgruppen dürften jedoch größere Leistungsreserven bei jungen Leuten offenlegen, vor allem unter Bedingungen, bei denen die Geschwindigkeit der kognitiven Prozesse eine Rolle spielt (Salthouse 1985).

Gedächtniskunst als ein Beispiel kognitiver Expertise

In einer typischen Gedächtnisaufgabe werden den Probanden in einem festen Zeittakt Zufallsreihen einstelliger Zahlen visuell dargeboten, die nach einmaliger Darbietung in der richtigen Reihenfolge wiedergegeben werden müssen. Die durchschnittliche Gedächtnisleistung, die normalerweise durch beständiges inneres Wiederholen der präsentierten Items erreicht wird, beträgt sieben Zahlen. Ähnliche Ergebnisse werden erzielt, wenn Buchstaben oder Wörter statt Zahlen als Stimuli verwendet werden (Miller 1956). Bei diesen Aufgaben wurde vielfach über altersbedingten Leistungsabbau berichtet, wobei nach Fleischmann (1982) die Korrelationen der Leistung mit dem Alter für den höheren Altersbereich von 55 bis 93 Jahren zwischen $r = -0.32$ und $r = -0.95$ variieren.

Die durchschnittliche Behaltensleistung (7 ± 2 Items) kann unter besonders günstigen Bedingungen um ein Vielfaches übertroffen werden, z.B. wenn die Zahlensequenz zufällig einer bekannten Telefonnummer entspricht. In diesem Fall wird ein Proband natürlich die Zahlen nicht leise wiederholen, sondern sich nur die Telefonnummer merken und dadurch das Arbeitsgedächtnis für weitere Zahlen zur Verfügung halten. Die Verbesserung der Leistung beruht in einem solchen Fall darauf, daß eine Beziehung zu im Langzeitgedächtnis gespeichertem Wissen hergestellt wurde.

Ericsson (1985) argumentiert, daß sich die in der Literatur dokumentierten Leistungen von Gedächtniskünstlern von denen normaler Personen in erster Linie hinsichtlich der Verfügbarkeit systematischen Wissens unterscheiden. Zwei von Chase und Ericsson (1981) untersuchte Langstreckenläufer, die konsistent mehr als 80 Zufallszahlen richtig reproduzierten, verwendeten ihr reichhaltiges Wissen über Laufzeiten für verschiedene Entfernungen zu diesem Zweck. Dies wurde ergänzt durch mnemonische Strategien zur Enkodierung von Wissens-elementen im Lang-

zeitgedächtnis und durch eine übungsbedingt größere Schnelligkeit bei der Verwendung der relevanten kognitiven Operationen. Diese Gedächtniskunststücke sind allerdings auf eng umschriebene Aufgabentypen beschränkt; bei Anforderungen, die den Rahmen der Expertise überschreiten, unterscheiden sich diese Gedächtniskünstler nicht von normalen Probanden. *Ericssons* (1985; siehe auch *Chase/Ericsson* 1981) Befunde stimmen auch mit den Ergebnissen von Studien überein, die Leistungen anderer Typen von Experten, z.B. Schachmeister (*DeGroot* 1966, *Chase/Simon* 1971), der Performanz von Novizen gegenüberstellten. *Chi, Glaser* und *Rees* (1982) kamen zu dem Schluß, daß sich Unterschiede nicht auf allgemeine kognitive Prozesse zurückführen lassen, sondern auf Unterschieden in Umfang, Organisation und Umwandlung bzw. Weiterentwicklung bestehenden expertisen-spezifischen Wissens beruhen. Diese aus der Expertenforschung resultierende Erkenntnis führte auch zu einer zunehmenden Beachtung von Bedingungen und Prozessen des Wissenserwerbs und leitete im Rahmen kognitionspsychologischer Modelle eine Renaissance von Lerntheorien ein (*Anderson* 1981, 1982). Gegenwärtig ist ein wesentliches Problem dieser Forschung, eine genügend große Anzahl vergleichbarer Experten zu finden, um zu verallgemeinerbaren Erkenntnissen zu kommen. Für ein fundiertes Verständnis der Transformation von „normalem“ Wissen in Expertenwissen wäre es außerdem erforderlich, die Vergleichbarkeit auch auf den *Erwerb* der Expertise auszudehnen.

Theorie-geleitete Synthese einer Gedächtniskunst

In der hier berichteten Studie versuchen wir, Aufschlüsse über die Genese einer Expertise zu erhalten, indem wir normale Probanden zu Gedächtniskünstlern, also Experten des Erinnerns, ausbilden. Ein wesentlicher Vorteil gegenüber Untersuchungen bei von „fertigen“ Experten ist die Möglichkeit, im Trainingsprogramm genau festzulegen, welche kognitiven Prozesse und welches systematische Wissen für die Bewältigung der Aufgaben notwendig sind. In einer derartig umschriebenen Expertise sollte es möglich sein, die Veränderungen kognitiver Prozesse und die Transformation von Wissenssystemen relativ präzise zu verfolgen. Falls das Trainingsprogramm außerdem zeitlich komprimiert werden kann, steht der Ausbildung einer größeren Anzahl von vergleichbaren Experten nichts im Wege. Dies wiederum würde den Zugang zu experimentellen und korrelativen Untersuchungen allgemein- und differentialpsychologischer Fragen des Wissenserwerbs eröffnen. Auf der Grundlage der von *Chase* und *Ericsson* (1981) *a posteriori* ermittelten Komponenten der Gedächtnisleistung ihrer Experten entwarfen wir ein explizites Modell einer Gedächtniskunst zum Behalten von Zufallszahlen. Die Gedächtniskunst beruht auf zwei Komponenten: einem systematischen, zahlenbezogenen Wissen und einer mnemonischen Strategie, die bereits seit der Antike als rhetorisches Hilfsmittel Verwendung findet, nämlich der *Methode der Orte* (*Bower* 1972, *Volkman* 1929, *Yates* 1966). Als System zahlenbezogenen Wissens wurde Geschichtswissen ausgewählt. Dieses Wissen dient der Transformation von *sinnfreien*

Zahlentripeln in *sinnvolle* geschichtliche Ereignisse. Die *Methode der Orte* ermöglicht über kreative Verknüpfungen von Gedächtnisinhalten mit den Orten einer kognitiv repräsentierten Landkarte das Behalten von Zufallssequenzen von Items, die konkret vorstellbare Inhalte besitzen, also z.B. das Behalten von konkreten Substantiven oder eben geschichtlichen Ereignissen.

Die Funktionsweise des von uns entworfenen Expertise-Modells ist in Tabelle 1 illustriert. Eine beliebige Zufallszahlenreihe wird in eine Zufallssequenz geschichtlicher Ereignisse umgewandelt, indem Zahlentripel als historische Jahreszahlen interpretiert werden. Für Ereignisse seit dem Jahr 1000 wird die Zahl Eins für das Jahrtausend mitgedacht. Dementsprechend werden die ersten neun Zahlen des Beispiels in Tabelle 1 in Zahlentripel mit der Bedeutung „Kolumbus entdeckt Amerika“ (1–492), „Französische Revolution“ (1–789) und „Ende des 2. Weltkriegs“ (1–945) umkodiert. Für die Transformation einer beliebigen Zahlensequenz ist folglich ein Wissen von 1000 Geschichtszahlen nötig, deren letzte drei Ziffern die Reihe der Zahlen 000 bis 999 vollständig abdecken. Die Sequenz der durch Rekodierung angesprochenen Geschichtsereignisse wird nun nicht durch inneres Wiederholen, wie sonst üblich bei normalen Probanden, sondern mit Hilfe der *Methode der Orte* eingepägt. Diese mnemonische Strategie basiert auf einem fest eingepägten geistigen Rundgang, zum Beispiel durch eine Stadt. Der Rundgang führt an einer großen Zahl vertrauter Orte vorbei, wobei die Orte und ihre Reihenfolge in jedem Versuch gleich bleiben. In Tabelle 1 ist ein Rundgang durch Berlin skizziert, mit dessen Hilfe die Sequenz der Geschichtsereignisse behalten wird. Das erste Ereignis einer Zufallsreihe von Geschichtsereignissen wird immer mit dem ersten Ort, das zweite Ereignis immer mit dem zweiten Ort usw., verknüpft. Die Verknüpfung erfolgt dadurch, daß sich der Proband ein Bild ausdenkt, das das aktuelle Geschichtsereignis mit dem Ort verbindet. Je lustiger, irrealer und dynamischer dieses Gedankenbild ist, desto wahrscheinlicher wird es behalten. Die Anwendung der zwei Komponenten (Umkodierung in Geschichtsereignisse und *Methode der Orte*) erfolgt im Wechsel. Die ersten drei Zahlen werden gelesen, in ein geschichtliches Ereignis umgewandelt, welches sodann mit Hilfe einer Geschichte mit dem ersten Ort des geistigen Rundgangs verknüpft wird. Dann werden die nächsten drei Zahlen auf diese Weise verarbeitet usw. In Tabelle 1 sind 30 Orte angegeben, d.h. während eines einzigen Versuchs, in dem 90 Zahlen präsentiert werden, müssen 30 Jahresangaben für geschichtliche Ereignisse erkannt und mit den ihnen zufällig zugeordneten Berliner Orten verknüpft werden. Beim nachträglichen Erinnern gehen die Versuchspersonen umgekehrt vor: Sie gehen die permanent gespeicherte und konstante Sequenz der Berliner Orte im Geiste ab und erinnern Schritt für Schritt die assoziierten Geschichten und damit die datierten Geschichtsereignisse.

Die Voraussetzungen dieser Expertenleistung im Rahmen des hier formulierten Modells sind demnach systematisches Wissen über Geschichtsdaten und eine bestimmte Sequenz geographischer Orte. Ferner muß ein Gedächtniskünstler die Zahlentripel in Geschichtszahlen umsetzen und, gewissermaßen am Fließband, kreative Gedanken generieren, um Ereignisse und Orte zu verknüpfen. Führt das

Tabelle 1: Illustration der Gedächtniskunst

Illustration der Gedächtniskunst

Dargebotene Zahlensequenz	
4 9 2 7 8 9 9 4 5 . . . 0 9 6	
Zahlensequenz wird umkodiert in Geschichteereignisse	Geschichteereignisse werden mit der Methode der Orte weiter- verarbeitet
(1) 492 = 1492 = Kolumbus	(1) Botanischer Garten
(2) 789 = 1789 = Franz. Rev.	(2) Völkerkundemuseum
(3) 945 = 1945 = Ende des 2. Weltkriegs	(3) Dorfkirche Dahlem
.	.
.	.
.	.
(30) 096 = 1096 = 1. Kreuzzug	(30) Kaiser-Wilhelm Gedächtniskirche

Modell nicht zu den erwarteten Leistungen, so kann dies auf – möglicherweise altersspezifische – Defizite hinsichtlich einer oder mehrerer dieser Komponenten zurückgeführt werden. Diese Defizite müßten noch deutlicher werden, wenn die Bedingungen der Anwendung des Modells erschwert werden, z.B. bei einer schnellen Darbietung der zu erinnernden Zahlen. Zwei Hauptfragen der Studie waren also: (1) Bewährt sich das kognitive Modell in einer Trainingsstudie bei jungen und alten Erwachsenen, und (2) haben junge Erwachsene im Vergleich zu älteren höhere Leistungsreserven?

Vier Fallstudien

Im folgenden werden am Beispiel einer jungen und dreier älterer Personen Leistungsunterschiede in der Gedächtniskunst beschrieben, die durch das Trainingsprogramm deutlich wurden und die kognitions- und entwicklungspsychologische Hypothesen illustrieren. Im wesentlichen handelt es sich um drei Unterschiede. Erstens können wir an diesen vier Probanden die unterschiedliche Schnelligkeit im Erwerb der Expertise demonstrieren. Zweitens zeigt es sich, daß an den Leistungsgrenzen bei verschiedenen Personen unterschiedliche, komponentenspezifische Defizite sichtbar werden. Drittens schließlich soll am Beispiel einer Versuchsper-

son deutlich gemacht werden, wie die gemäß der theoretischen Vorgabe synthetisierte Gedächtniskunst durch adaptive Umstrukturierung seitens der Versuchsperson weiterentwickelt werden kann und wie dadurch quantitativ und qualitativ bessere Leistungen möglich werden. Die vier Probanden nahmen alle am gleichen Trainingsprogramm teil. Sie zeigten vor dem Training in standardisierten Gedächtnis- und Intelligenztests vergleichbare Leistungen. Die Probanden verfügten über durchschnittliche Gedächtnisspannen, lagen aber in ihrer allgemeinen Intelligenz (Hamburg-Wechsler) 1.5 bis 2 Standardabweichungen über dem Mittelwert ihrer jeweiligen Altersgruppen. Die berichteten Ergebnisse des Gedächtnistrainings repräsentieren die Spannbreite der beobachteten Leistungen einer größeren Anzahl junger und älterer Erwachsener. Ausführlichere Darstellungen finden sich in *Kliegl, Smith und Baltes* (im Druck), *Kliegl, Smith, Heckhausen und Baltes* (1985) und *Smith, Kliegl, Kramer und Baltes* (1985).

Fall 1 (männlich, 23 Jahre).

Der junge Proband lernte 30 Berliner Orte und 100 historische Daten. Nachdem ihm das Prinzip der Gedächtniskunst erklärt worden war, war er sofort in der Lage, lange Reihen von Zufallszahlen zu behalten, wenn diese mit seinem geschichtlichen Wissen übereinstimmten. Während der ersten Versuche konnte er die Geschwindigkeit der Darbietung der einstelligen Zahlen selbst durch Tastendruck bestimmen. Nach 20 experimentellen Sitzungen bzw. 36 Versuchen reproduzierte er 90 Zahlen, die in einem festen Zeittakt von 5 Sekunden pro Zahl dargeboten wurden.

Worin lag die Ursache für die Leistungsverbesserung? Neben normalen Übungseffekten war vor allem die systematische Substitution von komplexen geschichtlichen Ereignissen durch einfache, konkrete Begriffe Hauptursache für den Leistungsanstieg. Zum Beispiel ersetzte der Proband das eher komplexe Ereignis „Erster Kreuzzug“ durch den anschaulichen Begriff „Kreuz“, weil für ihn die Entscheidung, welches Element eines geschichtlichen Ereignisses für die kreative Verknüpfung mit dem mentalen Ort verwendet werden sollte, oft zuviel Zeit in Anspruch nahm. Das ursprünglich geschichtliche Wissen trat also immer mehr in den Hintergrund und wurde durch Wörter mit hohem Assoziationsgehalt verdrängt. Diese selektive Optimierung bereichsspezifischen Wissens im Hinblick auf eine hochspezifische Aufgabe erscheint uns von hohem potentiellstem Wert für das Verständnis der Transformation von Laien- in Expertenwissen (*Kliegl/Baltes* im Druck).

Fall 2 (weiblich, 70 Jahre).

Diese 70jährige Frau zeigte im Laufe von 30 experimentellen Sitzungen die besten Leistungen der von uns bis jetzt trainierten älteren Erwachsenen. Wie der junge Proband konnte sie nach Erwerb der notwendigen Voraussetzungen die Gedächtniskunst mühelos auf Zahlen anwenden. Sie arbeitet mit 40 Orten und kann mittlerweile 120 Zufallszahlen richtig reproduzieren, wenn das Darbietungsintervall zwischen zwei einstelligen Zahlen nicht kürzer als acht Sekunden ist und wenn die Zahlensequenz sich in die ihr vertrauten geschichtlichen Daten umwandeln läßt. Wenn man bedenkt, daß die Darbietung von 120 Zahlen unter diesen Bedingungen 16 Minuten dauert, erscheint die Konzentrationsfähigkeit dieser Frau sehr eindrucksvoll. Der einzige, aber sehr wesentliche Unterschied zur Leistung der jungen Person besteht in der geringeren Geschwindigkeit, mit der die 70jährige Frau die erforderlichen kognitiven Operationen und kreativen Akte vollziehen kann. Es ist gegenwärtig noch nicht klar, ob diese durch weiteres Training und Verfeinerung des relevanten Wissens noch gesteigert werden kann. Unsere Voraussage ist allerdings, daß ein irreversibler Alterseffekt bestehen bleiben wird.

Fall 3 (männlich, 73 Jahre.)

Dieser ältere Mann hatte keinerlei Schwierigkeiten, die geschichtlichen Daten und die Berliner Orte auswendig zu lernen. Eine weitere Voraussetzung für den Erwerb der Gedächtniskunst ist aber die erfolgreiche Anwendung der *Methode der Orte*. Es zeigte sich nun, daß dieser Mann auch nach 50 Sitzun-

gen nicht in der Lage war, die *Methode der Orte* konsistent mit Erfolg für das Behalten einfacher Wörter oder auch Zahlen anzuwenden, sobald sie in festen Zeitintervallen von 20 Sekunden präsentiert werden. Auch wenn die Wörter ohne Zeitbegrenzung dargeboten wurden, war die Behaltensleistung sehr labil. Immerhin konnte er unter diesen Bedingungen doch öfters mehr als 32 von 40 Wörtern richtig reproduzieren. Dieser Proband hatte also Schwierigkeiten, sich einprägsame Geschichten auszudenken, um die zu erinnernden Wörter mit den Berliner Orten zu verknüpfen. Durch das intensive Trainingsprogramm wurde ein Defizit in einer theoretisch postulierten Komponente der Gedächtniskunst identifiziert, nämlich die effiziente Generierung von geeigneten Gedankenbildern.

Fall 4 (männlich, 72 Jahre).

Für einen anderen älteren Mann stellte das Behalten der Reihenfolge der Berliner Orte eine sehr schwierige Aufgabe dar. In nahezu allen Versuchen und auch noch nach 30 Sitzungen wurden Orte übersprungen bzw. deren Reihenfolge verändert. Natürlich kann unter diesen Bedingungen die *Methode der Orte* nicht mehr erfolgreich angewendet werden. Die Gedächtnisleistungen waren dementsprechend nie perfekt, aber dennoch konnte er sich oft an 80% bis 90% der 40 Wörter eines Versuchs richtig erinnern. In diesem Fall scheint also das Gedächtnis für Reihenfolgen eine Schwachstelle des kognitiven Systems zu sein. Die Spezifität dieses Defizits wird auch daran deutlich, daß der Proband durchaus in der Lage war, 100 Jahreszahlen geschichtlicher Ereignisse zu lernen und zu behalten.

Diskussion

Ergebnisse der hier referierten Pilotstudie lassen sich unter Gesichtspunkten der Plastizität, der Grenzen der Leistung und der Adaptivität zusammenfassen. Die hier beschriebenen vier Probanden repräsentieren die Extreme der bisher im Labor beobachteten Leistungen junger und alter Personen mit vergleichbarer, hoher allgemeiner Intelligenz. Übrigens zeigten 10 weitere ältere Erwachsene Leistungen, die zwischen denen von Proband 2 und Proband 3 lagen, und zwei weitere junge Teilnehmer erreichten das Leistungsniveau des jungen Probanden, allerdings unter Verwendung einer etwas modifizierten Gedächtniskunst (vgl. Kliegl u. a. 1985).

Latente Leistungsreserven. Die älteren Erwachsenen gehörten zu den intelligenzmäßig besten 20% von über 400 ebenfalls positiv ausgewählten älteren Erwachsenen, die an einem Training fluider Intelligenzaufgaben teilgenommen hatten (Baltes u. a. im Druck). Zwar schränkt diese Selektion die Repräsentativität ein, erlaubt aber Rückschlüsse darauf, zu welchen Leistungen ältere Erwachsene unter optimalen Bedingungen überhaupt fähig sind, und wo auch unter den günstigsten Voraussetzungen altersabhängige Grenzen der Leistungsfähigkeit liegen. Zusammenfassend ist festzustellen, daß mit hinreichender Übung die im Fall 2 dokumentierte Leistung durchaus in der Reichweite vieler geistig reger, älterer Erwachsener liegt. Normale Gedächtnisleistungen können nach Erwerb adäquater Strategien um ein Vielfaches übertroffen werden. Altersbedingter Abbau von Normalleistungen ist also durch die Verwendung kompensatorischer Strategien durchaus revidierbar.

Grenzen der Leistungsreserven. Obwohl nach 30 Sitzungen Leistungsgrenzen wahrscheinlich noch bei keinem Teilnehmer erreicht waren, scheinen die nur noch sehr geringen Fortschritte, besonders der im Fall 3 und Fall 4 beschriebenen Probanden auf irreversible Leistungsgrenzen in theoretisch postulierten Komponenten hinzuweisen. Durch das systematische Trainingsprogramm traten latente Leistungs-

unterschiede zwischen alten und jungen sowie zwischen den alten Erwachsenen zutage, die durch die üblichen einmaligen Performanztests nicht festzustellen waren. Leistungsgrenzen der älteren Versuchspersonen bei der Beherrschung der Gedächtniskunst kristallisierten sich um die *Methode der Orte*. Hier differenzierten die zwei Subkomponenten, Erzeugung kreativer Gedanken und Behalten der korrekten Sequenz, besonders klar zwischen den alten Erwachsenen (vgl. Fall 2, 3 und 4). Grenzen wurden ebenfalls sichtbar hinsichtlich der Geschwindigkeit, mit der die notwendigen geistigen Operationen während des Enkodiervorgangs ausgeführt werden können. Hier wurde die deutliche Überlegenheit junger gegenüber älteren Probanden auch durch die Leistungen zweier weiterer junger Teilnehmer bestätigt. (Allerdings besteht die Überlegenheit nur bei vergleichbarem IQ-Niveau; vier andere junge Probanden mit unterdurchschnittlichem IQ zeigten nicht dieselbe hohe Leistung.) Die höhere Verarbeitungsgeschwindigkeit jüngerer Erwachsener beruht einerseits auf der Optimierung relevanter Wissensbereiche (vgl. Fall 1); inwiefern aber andererseits auch die Effizienz grundlegender kognitiver Prozesse, wie z.B. die Zugriffszeit auf Elemente des Langzeitgedächtnisses, verbessert wurde, bleibt noch zu klären.

Adaptivität. Unter dem Druck erhöhter Anforderungen an die Gedächtniskunst, z.B. durch schnellere Darbietung der Items, erfolgen Anpassungsleistungen des kognitiven Systems an die veränderten, schwierigeren Bedingungen. So substituierte der jüngere Proband (Fall 1) komplexe durch einfachere, „reaktivere“ Begriffe. Die Optimierung von Wissenssystemen in Hinblick auf bestimmte Anforderungen kann als kognitive Adaptivität interpretiert werden. Wir nehmen an, daß solche Transformationsprozesse auch für Experten verschiedenster Berufe grundlegend sind. Experte zu sein, bedeutet im Rahmen des Spezialgebietes flexibel und angemessen auf neue, unvorhergesehene Ereignisse reagieren zu können. Durch die Bewältigung neuer Aufgaben werden relevante Wissensbereiche verfeinert, wobei dieser Prozeß durchaus einige Zeit in Anspruch nehmen kann. Die Synthese einer Gedächtniskunst (oder einer anderen kognitiven Expertise) und ihre spätere Konfrontation mit Bedingungen, die die Grenzen der Expertise überschreiten, könnten ein geeignetes Paradigma für das Studium kognitiver Adaptivität sein (*Kliegl/Baltes* im Druck).

Experimentelle Untersuchungen zur Adaptivität spielen auch in Theorien des Alterns eine zentrale Rolle. *Coper, Jänicke* und *Schulze* (1986) resümieren: „a progressive reduction in adaptation to environmental conditions ... is the most important phenomenon associated with aging“ (vgl. auch *Fries/Crapo* 1981, *Kliegl/Baltes* im Druck, *Shock* 1977). Kognitive Adaptation kann sich sowohl auf die grundlegenden kognitiven Prozesse als auch auf die Repräsentation relevanten Wissens beziehen. Die Expertenforschung hat gezeigt, daß Wissensunterschiede wesentlich wichtiger sind als Unterschiede in der Effizienz kognitiver Prozesse (*Chi/Glaser/Rees* 1984). Die Altersforschung scheint die nachlassende Effizienz dieser Prozesse zu dokumentieren (vgl. *Salthouse* 1985). Vielleicht vermag erfolgreiches Altern solche Abbauprozesse durch Weiterentwicklung von Wissenssystemen zu kompensieren.

Literatur

- Anderson, J. R.: Cognitive skills and their acquisition. Erlbaum, Hillsdale, NJ 1981.
- Anderson, J. R.: Acquisition of cognitive skill. *Psychological Review* (1982) 89, 369–406.
- Baltes, M. M., & Kindermann, T.: Die Bedeutung der Plastizität für die klinische Beurteilung des Leistungsverhaltens im Alter. In: Bente, D., Coper, H., & Kanowski, S. (Hrsg.): *Hirnorganische Psychosyndrome im Alter*, Vol. 2: Methoden zur Objektivierung pharmakotherapeutischer Wirkung. Springer, Berlin 1985, 171–184.
- Baltes, P. B.: Intelligenz im Alter. *Spektrum der Wissenschaft* (1984) 5, 46–60.
- Baltes, P. B., Dittmann-Kohli, F., & Dixon, R. A.: New perspectives on the development of intelligence in adulthood: Toward a dualprocess conception and a model of selective optimization with compensation. In: Baltes, P. B. & Brim, Jr. O. G. (Hrsg.): *Lifespan development and behavior* (Vol. 6). Academic Press, New York 1984, 33–76.
- Baltes, P. B., Dittmann-Kohli, F., & Kliegl, R.: Reserve capacity of the elderly in aging-sensitive tests of fluid intelligence: Replication and extension. *Psychology and Aging* (im Druck).
- Baltes, P. B. & Kliegl, R.: On the dynamics between growth and decline in the aging of intelligence and memory. In: Poeck, K. (Hrsg.): *Proceedings of the XIIIth World Congress of Neurology*. Springer, Heidelberg im Druck.
- Baltes, P. B. & Willis, S. L.: Plasticity and enhancement of intellectual functioning in old age: Penn State's Adult Development and Enrichment Project (ADEPT). In: Craik, F. I. M. & Trehub, S. E. (Hrsg.): *Aging and cognitive processes*. Plenum Press, New York 1982, 353–389.
- Bower, G. A.: Analysis of a mnemonic device. *American Scientist* (1970) 58, 496–510.
- Chase, W. G. & Ericsson, K. A.: Skilled memory. In: Anderson, J. R. (Hrsg.): *Cognitive skills and their acquisition*. Erlbaum, Hillsdale, NJ 1981, 141–189.
- Chi, M. T. H., Glaser, R. & Rees, E.: Expertise in problem solving. In: Sternberg, R. J. (Hrsg.): *Advances in the psychology of human intelligence*. Erlbaum, Hillsdale, NJ 1982, 7–76.
- Coper, H., Jänicke, B., & Schulze, G.: Biopsychological research on adaptivity across the life-span of animals. In: Baltes, P. B., Lerner, R. M., & Featherman, D. L. (Hrsg.): *Life span development and behavior* (Vol. 7). Erlbaum, Hillsdale, NJ 1986.
- Ericsson, K. A.: Memory skill. *Canadian Journal of Psychology* (1985) 39, 188–231.
- Fleischmann, U. M.: Zur Gültigkeit des „Zahlennachsprechens“ im hohen Lebensalter. *Zeitschrift für Gerontologie* (1982) 15, 15–21.
- Fries, J. F., & Crapo, L. M.: *Vitality and aging*. Freeman and Company, San Francisco, CA 1981.
- Guthke, J.: The learning test concept – an alternative to the traditional static intelligence test. *The German Journal of Psychology* (1982) 6, 306–324.
- Kliegl, R., & Baltes, P. B.: Cognitive reserve capacity, expertise and aging. Unveröffentlichtes Manuskript, Max-Planck-Institut für Bildungsforschung, Berlin 1984.
- Kliegl, R., & Baltes, P. B.: Theory-guided analysis of mechanisms of development and aging through testing-the-limits and research on expertise. In: Schooler, C., & Schaie, K. W. (Hrsg.): *Social structure and individual aging processes*. Ablex, Norwood, NJ im Druck.
- Kliegl, R., Smith, J., & Baltes, P. B.: Testing-the-limits, expertise, and memory in adulthood and old age. In: Klix, F., & Hagendorf, H. (Hrsg.): *In memoriam Hermann Ebbinghaus*. Van Nostrand, Amsterdam im Druck.
- Kliegl, R., Smith, J., Heckhausen, J., & Baltes, P. B.: Construction of expertise: Engineering skilled memory. Manuskript zur Veröffentlichung eingereicht (1985).
- Miller, G. A.: The magical number seven, plus or minus two. *Psychological Review* (1956) 63, 81–97.
- Salthouse, T. A.: *A theory of cognitive aging*. North-Holland, Amsterdam 1985.
- Schmidt, L. R.: Testing-the-Limits im Leistungsverhalten: Möglichkeiten und Grenzen. In: Duhm, E. (Hrsg.): *Praxis der klinischen Psychologie*. Hogrefe, Göttingen 1971.
- Shock, N. W.: Systems integration. In: Finch, C. E., & Hayflick, L. (Hrsg.): *Handbook of the biology of aging*. Van Nostrand Reinhold Co., New York 1977, 639–665.
- Smith, J., Dixon, R. A., & Baltes, P. B.: Expertise in life planning: A new approach to investigate aspects of wisdom. In: Commons, M., Sinnott, J. D., Richards, F. A., & Amon, C. (Hrsg.): *Beyond formal operations II: Adult cognitive development*. Praeger, New York im Druck.
- Smith, J., Kliegl, R., Kramer, D. A., & Baltes, P. B.: Skilled memory: A method for studying reserve capacity in aging research. Manuskript zur Veröffentlichung eingereicht (1985).
- Volkman, L.: *Ars memorativa*. Jahrbuch der Kunsthistorischen Sammlungen in Wien (1929) 3, 111–200.

- Wiedl, K. H.:* Lerntests: Nur Forschungsmittel und Forschungsgegenstand? *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie* (1984) 16, 245–281.
- Yates, F. A.:* *The art of memory.* Routledge & Kegan Paul, London 1966.

Verfasser:

Prof. Dr. Paul B. Baltes, Jutta Heckhausen Ph.D., Reinhold Kliegl Ph.D., Jacqui Smith Ph.D., Max-Planck-Institut für Bildungsforschung, Lentzeallee 94, 1000 Berlin 33