

TESTING-THE-LIMITS IN EINER MNEMONISCHEN
FÄHIGKEIT: EINE STUDIE ZUR KOGNITIVEN
PLASTIZITÄT IM HOHEN ALTER

Tania Singer

Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Philosophie
am Fachbereich Erziehungswissenschaft, Psychologie und Sportwissenschaft
der Freien Universität Berlin

Berlin 2000

Gutachter: Prof. Dr. Paul B. Baltes
Prof. Dr. Peter Walschburger
Disputation: 28. Juni. 2000

INHALTSVERZEICHNIS

ABBILDUNGSVERZEICHNIS	VII
TABELLENVERZEICHNIS	VIII
DANKSAGUNG	X
ZUSAMMENFASSUNG	XII
ABSTRACT	XIX
I. EINLEITUNG	1
II. THEORIE	7
2.1 Veränderungen kognitiver Leistungsfähigkeit über die Lebensspanne	7
2.1.1 Die Rolle von Biologie und Kultur über die Lebensspanne	7
2.1.2 Zweikomponentenmodelle der Intelligenzentwicklung	9
2.1.3 Mechanik und Pragmatik im hohen Alter	10
2.1.3.1 Dedifferenzierung der Fähigkeitsstrukturen	11
2.1.3.2 Die neurobiologische Common Cause-Hypothese	13
2.1.4 Zusammenfassung	15
2.2 Episodisches Gedächtnis im Alter	16
2.2.1 Episodische Gedächtnisfunktionen über die Lebensspanne	17
2.2.2 Kognitive Erklärungsansätze	18
2.2.3 Neuropsychologische Erklärungsansätze	22
2.2.4 Zusammenfassung	23
2.3 Kognitive Plastizität über die Lebensspanne	25
2.3.1 Die Geschichte der kognitiven Plastizitätsforschung im Rahmen der Altersforschung	25
2.3.1.1 Plastizität im Rahmen psychometrischer Intelligenzforschung	26
2.3.1.2 Die Methode des Testing-the-Limits	27

2.3.2	Kognitive Plastizität in der Altersforschung	31
2.3.2.1	Definitionen kognitiver Plastizität	31
2.3.2.2	Begriffliche Klärung	32
2.3.2.3	Definition kognitiver Plastizität in vorliegender Arbeit	34
2.4	Die Methode der Orte	37
2.5	Empirische Befunde zum Gedächtnistraining im Alter	39
2.5.1	Studiencharakteristika und -bedingungen	39
2.5.2	Ausmaß an Gedächtnisplastizität im Alter	41
2.5.3	Korrelate der Gedächtnisplastizität im Alter	42
2.5.3.1	Alter und Plastizität	42
2.5.3.2	Korrelate kognitiver Leistungsfähigkeit	44
2.5.4	Zusammenfassung	47
III. INTEGRATION DER THEORETISCHEN PERSPEKTIVEN		50
3.1	Fragestellung	50
3.1.1	Nachweis und Beschreibung des Ausmaßes an kognitiver Plastizität	51
3.1.2	Individuelle Unterschiede in kognitiver Plastizität im hohen Alter: Ein Modell	53
3.1.3	Die Beziehung zwischen längsschnittlicher Leistungsveränderung und kognitiver Plastizität im hohen Alter	57
3.2	Überblick über die Studie	62
3.3	Hypothesen	64
IV. METHODE		70
4.1	Stichprobe	70
4.1.1	Stichprobe der 75- bis 101jährigen	70
4.1.1.1	Beschreibung	71
4.1.1.2	Rekrutierung	72
4.1.1.3	Erfassung von Demenz	75
4.1.2	Stichprobe der 20- bis 30jährigen: Rekrutierung und Beschreibung	76
4.2	Erhebungsinstrumente	77
4.2.1	Prädiktoren	77

4.2.1.1	Kognitive Leistungsfähigkeit	78
4.2.1.2	Sensorische Leistungsfähigkeit	82
4.2.1.3	Soziostrukturell-biographische Variablen	82
4.2.2	Fragen zur Erfassung der Anwendung der Methode der Orte	83
4.2.3	Erfassung kognitiver Plastizität mit der Methode der Orte	85
4.2.3.1	Geräte	85
4.2.3.2	Stimulusmaterial	86
4.3	Durchführung der Untersuchung	89
4.3.1	Prätest I, Prätest II und Posttest	91
4.3.2	Instruktion in der Methode der Orte	92
4.3.3	Adaptive Trainingsphase	94
4.4	Datenanalyse	96
4.4.1	Erfassung individueller Unterschiede in kognitiver Plastizität	96
4.4.2	Operationalisierung kognitiver Plastizität im Überblick	100
4.4.3	Reliabilitäten und Stabilitäten der Gedächtnisleistungen	100
V.	ERGEBNISSE	104
5.1	Kognitive Plastizität im hohen Alter: Nachweis und Beschreibung	105
5.1.1	Der Nachweis kognitiver Plastizität im hohen Alter	105
5.1.1.1	Gedächtnisleistungen in Prätest I, II und Posttest (Hypothesen 1a, 1b)	105
5.1.1.2	Gedächtnisleistungen im Laufe der Trainingsphase (Hypothese 1b)	110
5.1.1.3	Folgeanalysen zur Exploration der Optimierungsannahme	112
5.1.2	Altersbedingte Unterschiede im Ausmaß an Plastizität	119
5.1.2.1	Altersvergleich mit jungen Erwachsenen (Hypothese 2)	119
5.1.2.2	Altersbedingte Unterschiede im hohen Alter (Hypothese 3)	125
5.1.3	Zusammenfassung und Interpretation der Ergebnisse	126
5.2	Individuelle Unterschiede in kognitiver Plastizität im hohen Alter: Vorhersage durch Status- und längsschnittliche Veränderungsmaße	130
5.2.1	Vorhersage durch Statusmaße	130
5.2.1.1	Überblick	131
5.2.1.2	Vorhersage durch sensorische versus soziostrukturell- biographische Variablen (Hypothesen 4a, 4b)	133

5.2.1.3	Vorhersage durch Maße kognitiver Leistungsfähigkeit	136
5.2.1.3.1	Vorhersage durch Maße mechanisch-fluider versus pragmatisch-kristalliner Intelligenz (Hypothesen 4c, 4d)	136
5.2.1.3.2	Weitere Exploration des Zusammenhangs zwischen Kognition, Sensorik und Plastizität	138
5.2.2	Vorhersage durch längsschnittliche Veränderung	142
5.2.2.1	Überblick über Reliabilitäten und Korrelationen	145
5.2.2.2	Vorhersage durch frühere Status- und Veränderungsmaße sensorischer und kognitiver Leistungsfähigkeit (Hypothese 5a)	147
5.2.2.3	Vorhersage durch aktuelle Status- und Veränderungsmaße sensorischer und kognitiver Leistungsfähigkeit (Hypothese 5b)	152
5.2.3	Zusammenfassung der Ergebnisse	155

VI. DISKUSSION

6.1	Zusammenfassung und Interpretation der Ergebnisse	158
6.1.1	Der Nachweis kognitiver Plastizität im hohen Alter	159
6.1.2	Die Abnahme kognitiver Plastizität im Alter	162
6.1.3	Korrelate kognitiver Plastizität im hohen Alter	164
6.1.3.1	Der Zusammenhang zwischen Maßen aktueller sensorischer und kognitiver Leistungsfähigkeit sowie den soziostrukturell-biographischen Merkmalen und kognitiver Plastizität	165
6.1.3.2	Der Zusammenhang zwischen makro- und mikrogenetischen Veränderungen	168
6.2	Alternative Erklärungsansätze und Begrenzungen	172
6.2.1	Die Optimierungsannahme	172
6.2.2	Das Problem der Stichprobenselektivität	176
6.2.3	Die Abnahme kognitiver Plastizität im Alter: Erklärungen und offene Fragen	177
6.3	Fazit und Ausblick	183
6.3.1	Fazit	183
6.3.2	Ausblick	184

LITERATUR	187
ANHANG	213
Anhang A: Design und Stichprobe der Berliner Altersstudie	214
Anhang B: Anschreiben	215
Anhang C: Fragen zur Erfassung der Anwendung der Methode der Orte	219
Anhang D: Stimulusmaterial: Instruktion und Wortlisten.....	220
Anhang E: Tabellen.....	229
Anhang F: Selektivitätsanalysen.....	237

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1	Ergebnisse einer Testing-the-Limits-Studie zur Untersuchung von Ausmaß und Grenzen der Gedächtnisplastizität mit der Methode der Orte	43
Abbildung 2	Modell der Beziehungen zwischen soziostrukturell-biographischen, sensorischen und kognitiven Variablen und kognitiver Plastizität im hohen Alter	54
Abbildung 3	Übersicht über das Untersuchungsdesign	63
Abbildung 4	Darbietungsform der Wortpaare	87
Abbildung 5	Mittlere Gedächtnisleistungen vor und nach Instruktion in und Training mit der Methode der Orte in der Stichprobe der 75- bis 101jährigen	106
Abbildung 6	Ausmaß an beobachteten Leistungsgewinnen nach Instruktion in der Methode der Orte als Funktion der Nutzungshäufigkeit der Gedächtnistechnik im Prätest II	109
Abbildung 7	Mittlere Gedächtnisleistungen in Prätest I, II und Posttest als Funktion der Leistungsverbesserungen im Laufe der Trainingsphase: ‘Optimierer’ versus ‘Nicht-Optimierer’	115
Abbildung 8	Verteilung der Personen im hohen Alter als Funktion ihrer Leistungszuwächse im Training und der Nutzungshäufigkeit der Methode der Orte	117
Abbildung 9	Vergrößerung altersbedingter Unterschiede im Laufe des Gedächtnistrainings mit der Methode der Orte	120
Abbildung 10	Leistungsverläufe während der vier Trainingssitzungen als Funktion der Altersgruppe	122
Abbildung 11	Das Gewicht von früheren Status- und Veränderungsmaßen der Wahrnehmungsgeschwindigkeit für die Vorhersage der Gedächtnisleistungen vor und nach Instruktion in und Training mit der Methode der Orte sowie der Leistungszuwächse	151

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1	Deskriptive Statistik relevanter Variablen der Analysen von Stigsdotter (1994) und Verhaeghen et al. (1992) in bezug auf Untersuchungen zum Gedächtnistraining im Alter	40
Tabelle 2	Alters- und Geschlechterverteilung der Stichprobe der 75- bis 101jährigen ($N = 96$).....	71
Tabelle 3	Demographische Charakteristika der Stichprobe der 75- bis 101jährigen ($N = 96$).....	72
Tabelle 4	Gründe für den Stichprobenausfall	74
Tabelle 5	Liste der Prädiktoren zur Vorhersage individueller Unterschiede in kognitiver Plastizität	79
Tabelle 6	Stabilitäten der Fremdbeurteilungen zur Nutzungshäufigkeit der Methode der Orte	84
Tabelle 7	Stabilitäten und Reliabilitäten der Gedächtnisleistungen in Prätest I, II und Posttest sowie in den vier Trainingssitzungen getrennt für die Personen im hohen Alter und die jungen Erwachsenen	101
Tabelle 8	Mittelwerte, Standardabweichungen und Streubreiten der Gedächtnisleistungen im Laufe der vier Trainingssitzungen für die Stichprobe der 75- bis 101jährigen	118
Tabelle 9	Zusammenhänge der Gedächtnisleistungen im Prätest I, II und Posttest sowie der Leistungszuwächse I und II mit dem Alter	125
Tabelle 10	Überblick über die Korrelationen der Prädiktoren und der Gedächtnisleistungen in Prä- und Posttests sowie in den vier Trainingssitzungen für die Stichprobe der 75- bis 101jährigen	132
Tabelle 11	Beziehungen (Kovarianzanteile) der sensorischen und soziostrukturell-biographischen Prädiktoren zu den Gedächtnisleistungen in Prä- und Posttests sowie zu den Leistungszuwächsen	134

Tabelle 12	Beziehungen (Kovarianzanteile) der Indikatoren mechanisch-fluider und pragmatisch-kristalliner Intelligenz zu den Gedächtnisleistungen in Prä- und Posttests sowie zu den Leistungszuwächsen	137
Tabelle 13	Beziehungen (Kovarianzanteile) der kognitiven und sensorischen Prädiktoren zu den Gedächtnisleistungen in Prä- und Posttests sowie zu den Leistungszuwächsen	139
Tabelle 14	Hierarchische Regressionsanalysen: Spezifische Vorhersageanteile der vier kognitiven Fähigkeiten nach statistischer Kontrolle der drei jeweils anderen kognitiven Fähigkeiten	141
Tabelle 15	Überblick über die Beziehungen der sensorischen und kognitiven Statusmaße zum ersten und vierten Meßzeitpunkt der Berliner Altersstudie sowie der längsschnittlichen Veränderungsmaße zu den Maßen kognitiver Plastizität und dem Alter	144
Tabelle 16	Interkorrelationen und Reliabilitäten der längsschnittlichen Veränderungsmaße kognitiver und sensorischer Leistungsfähigkeit von dem ersten (1990–1993) zu dem vierten (1997–1998) Meßzeitpunkt der Berliner Altersstudie für die Stichprobe der 75- bis 101jährigen	146
Tabelle 17	Die Vorhersage (Kovarianzanteile) kognitiver Plastizität durch frühere Status- und längsschnittliche Veränderungsmaße der Wahrnehmungsgeschwindigkeit	149
Tabelle 18	Die Vorhersage (Kovarianzanteile) kognitiver Plastizität durch frühere Status- und längsschnittliche Veränderungsmaße sensorischer Leistungsfähigkeit	149
Tabelle 19	Die Vorhersage (Kovarianzanteile) kognitiver Plastizität durch aktuelle Status- und längsschnittliche Veränderungsmaße der Wahrnehmungsgeschwindigkeit	154
Tabelle 20	Die Vorhersage (Kovarianzanteile) kognitiver Plastizität durch aktuelle Status- und längsschnittliche Veränderungsmaße sensorischer Leistungsfähigkeit	154

DANKSAGUNG

An dieser Stelle möchte ich mich bei all denen ganz herzlich bedanken, die mich bei der Erstellung dieser Arbeit unterstützt haben.

Im Rahmen eines Promotionsstipendiums habe ich die vorliegende Dissertationsstudie am Max-Planck-Institut für Bildungsforschung in Berlin innerhalb des Forschungsbereichs ‘Psychologie und Humanentwicklung’ (Leitung: Prof. Dr. Paul B. Baltes) durchgeführt und verfaßt. Betreut wurde die Arbeit von Prof. Dr. Paul B. Baltes und Prof. Dr. Ulman Lindenberger im Rahmen des Projekts ‘Memory and Intelligence in Development’ (MIND).

Mein Dank gilt an erster Stelle meinen Betreuern Prof. Dr. Paul B. Baltes und Prof. Dr. Ulman Lindenberger. Durch die großzügige Unterstützung von Prof. Dr. Paul B. Baltes konnte die Untersuchung erst ermöglicht werden. Ich möchte mich jedoch bei ihm vor allem für die kontinuierliche fachliche sowie persönliche Unterstützung und Beratung in den letzten Jahren bedanken. Er hat in vielerlei Hinsicht an meiner wissenschaftlichen sowie persönlichen Entwicklung beigetragen. Ganz besonders möchte ich mich bei Prof. Dr. Ulman Lindenberger bedanken, der in allen Phasen meiner Arbeit die Zeit gefunden hat, mich durch eine Vielfalt an Ideen, anregende Diskussionen, methodisch wertvolle Ratschläge, konstruktive Kritik sowie detaillierte Rückmeldungen zu meiner schriftlichen Ausarbeitung enorm zu unterstützen. Auch möchte ich ihm für seinen motivierenden Optimismus und seine Geduld danken.

Auch den übrigen Mitarbeitern des Max-Planck-Instituts möchte ich für die vielen kleinen Hilfestellungen und Dienste danken, ohne die die Durchführung meines Dissertationsprojektes nicht möglich gewesen wäre. Vor allem danke ich für die tatkräftige Unterstützung bei der Stichprobenrekrutierung und der langen und aufwendigen Datenerhebung Anna Mallau, Andreas Wand, Astrid Meyer, Dorothea Schrader und Julia Gerlach. Dank gilt zudem Bernd Wischnewski für die Herstellung der Computerprogramme und Werner Scholtysik für die regelmäßige Betreuung und Reparatur der tragbaren Computer. Meinen zwei Freunden Martin Wehrmann und Stefan Peetz sei für ihre Bereitschaft gedankt, mir für das Einsprechen der Stimuluswörter sowohl professionelle Studioräume als auch ihre Stimmen zur Verfügung zu stellen.

Den Mitgliedern der Promotionskommission – Prof. Dr. Paul B. Baltes, Dr. Helmut Leder, Prof. Dr. Ralf Schwarzer, Prof. Dr. Peter Walschburger, Prof. Dr. Hans Westmeyer – danke ich für ihr Interesse und ihre Bereitschaft, Zeit in meine Arbeit zu investieren.

Von ganzem Herzen möchte ich mich außerdem bei meinen Freundinnen Dorit Wenke und Daniela Jopp sowie Alexandra Freund und meiner Institutsmutter Anette Rentz-Lühning für ihre jahrelange inhaltliche und emotionale Unterstützung sowie für das hilfreiche Korrekturlesen von Teilen der Arbeit bedanken. Meiner Mitbewohnerin Leonie möchte ich für die vielen wohltuenden Gespräche in der Güntzelstrassenküche danken, meinem Nachbarn Kai und Camillo für ihre Unterstützung in den letzten Monaten. Schließlich und auch von ganzem Herzen möchte ich meiner Zwillingsschwester Nathalie, meinen Eltern, Bettina und Jürgen unendlich danken, daß sie mich all die Jahre so großartig unterstützt haben, und daß sie mir trotz manchmal schwieriger Phasen und häufig mangelnder Zeit so wertvolle Freunde geblieben sind.

ZUSAMMENFASSUNG

Ziel der vorliegenden Arbeit ist die Untersuchung der Plastizität kognitiver Funktionen bei Personen im *hohen Alter*, das heißt bei Personen zwischen 75 und 100+ Jahren (vgl. Bäckman, Small, Wahlin & Larsson, 2000). Plastizität bezieht sich allgemein auf die Eigenschaften von Organismen über die gesamte Lebensspanne hinweg weitgehend modifizierbar und formbar zu sein und somit adaptiv auf neue und wechselnde Umweltbedingungen reagieren zu können. Im Rahmen kognitiver Altersforschung verweist der Begriff der kognitiven Plastizität auf die Veränderbarkeit kognitiver Leistungen (behaviorale Plastizität) und bezieht sich in erster Linie auf das Lern- und Leistungspotential, das Personen unter optimalen Bedingungen, meist nach Instruktion und Training in leistungsfördernden Techniken und Strategien, zeigen können. In der Lebensspannenliteratur wird auch von den Begriffen der Entwicklungskapazität, des latenten Potentials oder der Reservekapazität gesprochen (Baltes & Kindenberman, 1985; Baltes, 1987; Baltes & Willis, 1982; Lerner, 1984). Im Spezifischen wird in der vorliegenden Arbeit kognitive Plastizität (a) durch die *maximale Leistungsfähigkeit* (Leistungsniveau) und (b) die *Leistungsgewinne* (Lernrate) nach Instruktion und Training in einer leistungsfördernden Technik erfaßt. Weiterhin wird unterschieden zwischen dem Potential, (a) die Grundzüge einer neuen, leistungsfördernden kognitiven Gedächtnistechnik zu erwerben und dem Potential (b) die Nutzung dieser erworbenen Technik im Laufe eines gezielten Trainingsprogramms zu optimieren.

Im Mittelpunkt stand die Untersuchung der Veränderbarkeit von Leistungen im mechanisch-fluiden Bereich, das heißt jener Fähigkeiten, die die genetisch-biologische Komponente der Intelligenz verkörpern und überwiegend von der Geschwindigkeit und Qualität elementarer kognitiver Prozesse bestimmt werden (Baltes, 1993; Baltes, Lindenberger & Staudinger, 1998; Cattell, 1971; Horn, 1982). Als Repräsentant mechanisch-fluider Fähigkeiten wurde die Plastizität besonders alternsensitiver episodischer Gedächtnisleistungen erfaßt (Craik & Jennings, 1992; Kausler, 1994; Light, 1991; Zacks, Hasher & Li, 2000). Im Rahmen eines Testing-the-Limits-Paradigma (Kliegl & Baltes, 1987) wurden die Probanden in einer mnemonischen Technik, der Methode der Orte (Bower, 1970), trainiert mit dem Ziel, ihre maximalen Lern- und Leistungsgrenzen zu bestimmen.

In früheren Trainingsstudien mit der Methode der Orte konnten beachtliche Leistungsverbesserungen bei gesunden jungen und älteren Erwachsenen verzeichnet werden

(Lindenberger, Kliegl & Baltes, 1992; Stigsdotter, 1994; Verhaeghen, Marcoen & Goossens, 1992; Yesavage, Sheikh, Friedman & Tanke, 1990). Zugleich wurden die Altersunterschiede im Trainingsverlauf vergrößert (Kliegl, Smith & Baltes, 1989; Rebok & Balcerak, 1989; Rose & Yesavage, 1983; Thompson & Kliegl, 1991; Verhaeghen & Marcoen, 1996). So konnte nach Training an den Leistungsobergrenzen eine Trennung der Leistungsverteilungen junger und älterer Erwachsener beobachtet werden; das maximale Leistungsniveau junger Erwachsener lag deutlich über dem der älteren Erwachsenen (Baltes & Kliegl, 1992).

Die vorliegende Studie konzentriert sich auf die Ausdehnung der Fragen nach Ausmaß und Grenzen kognitiver Plastizität auf die *Hochbetagten*, das sogenannte *vierte Lebensalter*. Aufgrund des Mangels an Untersuchungen zur Gedächtnisplastizität in diesem Altersbereich lag der Schwerpunkt zunächst (a) im Nachweis und der Quantifizierung von Plastizität mit der Methode der Orte in einer Stichprobe von 75- bis über 100jährigen und (b) in der Beschreibung altersbedingter Unterschiede in der kognitiven Plastizität. Es wurde erwartet, daß die Grundstruktur kognitiver Gedächtnisplastizität mit der Methode der Orte bis ins hohe Alter erhalten bleibt und die 75- bis über 100jährigen daher sowohl nach Instruktion in der Gedächtnistechnik (Hypothese 1a) als auch anschließend im Laufe eines ausgiebigen Trainings mit der Methode der Orte Leistungsgewinne zeigen (Hypothese 1b). Weiterhin wurde angenommen, daß es aufgrund einer Abnahme der Entwicklungskapazität im Alter bei einem Vergleich mit einer jüngeren Kontrollstichprobe zu einer Vergrößerung der Altersunterschiede im Laufe des adaptiven Trainings kommt (Hypothese 2). Diese altersbedingte Reduktion der Gedächtnisplastizität sollte sich zudem auch *innerhalb* der Stichprobe der Hochbetagten zeigen (Hypothese 3).

Der zweite Schwerpunkt der vorliegenden Studie lag in der Vorhersage individueller Unterschiede in dem Ausmaß an beobachtbarer kognitiven Plastizität im hohen Alter. In Anlehnung an allgemeine Entwicklungstheorien wurde im Rahmen eines Prädiktionsmodells hauptsächlich zwischen zwei Einflußsystemen auf das kognitive Leistungssystem unterschieden, dem biologischen und dem kulturellen (Baltes, 1987, 1993; Baltes & Graf, 1996). Das Modell fußt auf der Grundannahme, daß individuelle Unterschiede in kognitiver Plastizität im hohen Alter zunehmend von altersbedingten biologischen und weniger von kulturellen Faktoren bestimmt werden (Hypothesen 4-5). In Anlehnung an frühere querschnittliche Befunde aus der Berliner Altersstudie und der daraus entwickelten neurobiologischen Common Cause-Hypothese (Baltes & Lindenberger, 1997; Lindenberger & Baltes, 1994) dienen als Indikatoren

für eher biologisch bestimmte Faktoren Maße kognitiver Leistungsfähigkeit (und hier vor allem Maße mechanisch-fluider Intelligenz) sowie Maße des sensorischen Funktionsstatus. Als Indikatoren für eher kulturell bedingte Einflußfaktoren dienten soziostrukturell-biographische Variablen sowie innerhalb des kognitiven Funktionsbereichs die eher wissensbasierten pragmatisch-kristallinen Fähigkeiten. Außerdem wurden im Gegensatz zu früheren Plastizitätsstudien nicht nur Maße aktueller Leistungsfähigkeit, sondern auch Maße der längsschnittlichen kognitiven und sensorischen Leistungsveränderung über im Mittel 6.5 Jahre zur Vorhersage individueller Unterschiede von Plastizität genutzt.

Zur Realisierung der beiden Hauptzielsetzungen, (a) dem Nachweis und der Beschreibung altersbedingter Unterschiede im Ausmaß an kognitiver Plastizität und (b) der Vorhersage individueller Unterschiede der Gedächtnisplastizität im hohen Alter, wurde die Stichprobe der Personen im hohen Alter aus der längsschnittlich und interdisziplinär angelegten Berliner Altersstudie rekrutiert, die sich zu Beginn der vorliegenden Untersuchung in ihrer vierten Erhebungswelle befand (Baltes & Mayer, 1999). Zusätzlich zu der Hauptstichprobe der 75- bis 101jährigen ($N = 96$; Altersdurchschnitt = 84 Jahre) wurde eine junge Kontrollstichprobe von 20- bis 30jährigen rekrutiert ($N = 20$; Altersdurchschnitt = 24 Jahre). Das durchgeführte Trainingsprogramm mit der Methode der Orte bestand aus insgesamt acht Sitzungen. Davon dienten drei der Erfassung instruktions- und trainingsbedingter Leistungssteigerungen, eine der Einführung in die Methode der Orte sowie vier dem eigentlichen Training in der Gedächtnistechnik.

Es zeigte sich, daß Gedächtnisplastizität mit der Methode der Orte auch im hohen Alter vorhanden war, wenn auch in deutlich reduziertem Umfang. Die 75- bis 101jährigen konnten sich im Mittel durch Instruktion in und Training mit der Methode der Orte um zwei Standardabweichungen ihrer Ausgangsleistung verbessern. Bei differenzierterer Betrachtung wurde deutlich, daß vor allem das Potential erhalten blieb, eine neue Gedächtnistechnik in ihren Grundzügen zu erwerben und von deren Effektivität zu profitieren (Hypothese 1a). So erzielten die 75- bis 101jährigen nach Instruktion in der Methode der Orte ein mittleres Leistungsniveau ($M = 7.10$ Wörter; $SD = 3.07$), das deutlich über den Ausgangsleistungen ($M = 3.39$; $SD = 2.29$) lag. Gleichzeitig war das beobachtete Leistungsniveau jedoch zumindest für Einzelpersonen nicht so hoch, als daß es nur mit Hilfe der Methode der Orte hätte erzielt werden können. In Einklang mit diesen Beobachtungen standen die Auswertungen der Fremdeinschätzungsbögen zur Erfassung der Nutzungsintensität der Methode der Ort, die deutlich

machten, daß nicht alle Hochbetagten die Methode der Orte nach der Instruktionsphase auch anwendeten. Gleichzeitig erbrachten diese Analysen Evidenz dafür, daß die Höhe der beobachteten Leistungsgewinne nach Instruktion in der Methode der Orte tatsächlich eng mit dem Erwerb und der Nutzungsintensität der instruierten Gedächtnistechnik verbunden war. Somit konnte die Effektivität der Methode der Orte als leistungssteigernde Gedächtnistechnik, die bereits in zahlreichen Trainingsstudien mit älteren Erwachsenen aufgezeigt werden konnte, zumindest partiell auch in einer Stichprobe von Hochbetagten nachgewiesen werden.

Im Vergleich zu dem Potential, die Grundzüge einer neuen Technik zu erwerben und von deren Effektivität zu profitieren, war das Potential zu einer anschließenden Nutzungsoptimierung der erworbenen Technik im Laufe eines gezielten Trainingsprogramms im hohen Alter stark eingeschränkt (Hypothese 1b). So waren 81 % der durchschnittlichen Leistungsgewinne zwischen erster (Prätest I) und letzter Sitzung (Posttest) auf die Instruktion in der Methode der Orte zurückzuführen. Das anschließende, vier Sitzungen umfassende Training zur Leistungs-optimierung bewirkte im Mittel nur noch geringfügige Leistungsverbesserungen. Die Analysen der Leistungsverläufe im Laufe der adaptiven Trainingsphase sowie der Fremdeinschätzungsdaten zur Nutzungsintensität der Methode der Orte bestätigten, daß mit nur wenigen Ausnahmen die Hochbetagten nicht mehr in der Lage waren, ihre Leistungen im Laufe des Trainings nennenswert zu verbessern, auch wenn ein Großteil von ihnen von der Einführung in die Gedächtnistechnik profitiert und die Technik auch in der Trainingsphase weiterhin häufig genutzt hatte.

Im Gegensatz zu den Personen im hohen Alter konnten erwartungsgemäß die jungen Erwachsenen ihre Gedächtnisleistungen im Laufe der adaptiven Trainingsphase kontinuierlich verbessern. Folglich ergab der Vergleich der Gedächtnisleistungen zwischen den 20- bis 30jährigen und den 75- bis 101jährigen eine Vergrößerung altersbedingter Unterschiede im Laufe des Trainings (Hypothese 2). Überraschenderweise ließ sich die altersbedingte Abnahme kognitiver Plastizität, die bei dem Vergleich der Leistungen zwischen den jungen Erwachsenen und den Hochbetagten deutlich zutage trat, *innerhalb* der Stichprobe der 75- bis 101jährigen nicht nachweisen (Hypothese 3). So waren die Alterskorrelationen der Plastizitätsmaße statistisch nicht signifikant. Dieser Befund ist vermutlich zu einem großen Teil auf alterskorrelierte experimentelle Selektivitätseffekte in der längsschnittlichen Stichprobe zurückzuführen.

Zusätzlich zu den beobachteten mittleren Leistungssteigerungen in der Stichprobe der Personen im hohen Alter konnten große individuelle Unterschiede im instruktionsbedingten Leistungszuwachs und in der maximalen Leistungsfähigkeit nach dem Gedächtnistraining (Posttest) beobachtet werden. Die Standardabweichung des instruktionsbedingten Zuwachses betrug 63 % des Mittelwerts des Zuwachses. Im Einklang mit der Grundannahme des vorgeschlagenen Prädiktionsmodells wiesen die Befunde mehrheitlich darauf hin, daß individuelle Unterschiede in der kognitiven Plastizität im hohen Alter in erster Linie durch biologische und nicht durch kulturelle Faktoren bestimmt werden. So waren individuelle Unterschiede in kognitiver Plastizität erwartungsgemäß stärker mit Maßen aktueller Leistungsfähigkeit in sensorischen sowie kognitiven Funktionen verbunden als mit soziostrukturell-biographischen Faktoren (Hypothese 4a). Erwartungsgemäß klärten hierbei die relativ kriteriumsnahen kognitiven Variablen im Vergleich zu den relativ kriteriumsfernen sensorischen Variablen einen größeren Varianzanteil in den Gedächtnisleistungen nach dem Gedächtnistraining auf. Hierbei zeigten korrelative Analysen, daß dem Erwerb der Methode der Orte bei den Hochbetagten ein Bündel kognitiver Fähigkeiten zugrunde lag: Die Gedächtnisleistungen vor und nach einem Training waren beinahe gleichartig eng mit den kognitiven Fähigkeitskonstrukten Gedächtnis, Wahrnehmungsgeschwindigkeit, Wortflüssigkeit und Wissen verbunden. Ein solches Ergebnismuster steht im Einklang mit Befunden einer Dedifferenzierung der Fähigkeitsstrukturen im hohen Alter. Trotz der hohen Uniformität der beobachteten Zusammenhänge konnte in Übereinstimmung mit dem Zweikomponentenmodell der Intelligenzentwicklung und dessen Investment-Theorie-Ansatz (Baltes, 1993; Cattell, 1971; Horn, 1982) nachgewiesen werden, daß innerhalb des kognitiven Fähigkeitsbereichs die Wahrnehmungsgeschwindigkeit als prototypische Markerfähigkeit der vor allem biologisch bestimmten Mechanik der Intelligenz einen stärkeren Zusammenhang zu dem instruktionsbedingten Leistungszuwachs aufwies als das Wissen, eine prototypische Markerfähigkeit der eher kulturell basierten Pragmatik der Intelligenz (Hypothese 4c). Zudem stieg hypothesenkonform der Vorhersagewert der mechanisch-fluiden Wahrnehmungsgeschwindigkeit nach Einführung in die Gedächtnistechnik an, während die Bedeutung pragmatisch-kristalliner Maße (des Wissens) sowie der soziostrukturell-biographischen Variablen im Laufe des Trainings abnahm (Hypothesen 4b und 4d).

Die Annahme eines stärkeren Zusammenhangs von Maßen kognitiver Plastizität mit biologischen als mit kulturellen Faktoren konnte zusätzlich durch die Analysen 6.5jähriger

längsschnittlicher Leistungsveränderung in kognitiven Funktionen und hier insbesondere in der mechanisch-fluiden Fähigkeit der Wahrnehmungsgeschwindigkeit untermauert werden. So waren individuelle Unterschiede in der Gedächtnisplastizität mit Unterschieden in der vorausgegangenen längsschnittlichen Leistungsveränderung in Maßen der Wahrnehmungsgeschwindigkeit verknüpft: Personen, die einen stärkeren längsschnittlichen Verlust aufwiesen, zeigten geringere Lerngewinne und ein niedrigeres maximales Leistungsniveau nach dem Gedächtnistraining. Hierbei hatten individuelle Unterschiede in der längsschnittlichen Leistungsveränderung für die Vorhersage individueller Unterschiede in den Ausgangsleistungen in der ersten Sitzung der vorliegenden Trainingsstudie keinen prädiktiven Wert. Die Bedeutung differentieller längsschnittlicher Veränderung wurde erst sichtbar, nachdem experimentelle Bedingungen lernbezogene Faktoren zum Vorschein gebracht hatten, das heißt nach Instruktion und Training in der Gedächtnistechnik. Genau umgekehrt verhielt sich das Ergebnismuster für den früheren Leistungsstatus (das Leistungsniveau, das bei den Studienteilnehmern zu Beginn der Berliner Altersstudie vor mehr als 6.5 Jahren in Maßen der Wahrnehmungsgeschwindigkeit beobachtet werden konnte). Die früheren Statusmaße konnten bereits 20 % Varianz in den Ausgangsleistungen im Prätest I aufklären. Im Gegensatz zu den Veränderungsmaßen hatten die früheren Statusmaße hingegen für die Vorhersage individueller Unterschiede in den instruktionsbedingten Leistungsgewinnen keine Bedeutung. Dieser differentielle Befund verdeutlicht unter anderem (a) die Überlegenheit von Testing-the-Limits-Studien gegenüber Verfahren mit nur einmaliger Messung bei der Erfassung altersbezogener biologischer Funktionsverluste in der kognitiven Mechanik und (b) die Nützlichkeit einer konzeptuellen und empirischen Unterscheidung zwischen Status- und Veränderungsmaßen.

Zusammengenommen stehen die Befunde im Einklang mit der Annahme, daß eine gewisse kognitive Plastizität auch im hohen Alter erhalten bleibt, auch wenn diese im Vergleich zu jüngeren Erwachsenen deutlich geringer ist. Ferner sind die Befunde konsistent mit der Erwartung, daß individuelle Unterschiede in kognitiver Plastizität im hohen Alter in erster Linie von altersbezogenen biologischen Faktoren bestimmt werden. Die Befunde lassen sich im Lichte allgemeiner theoretischer Überlegungen zur Rolle von Kultur und Biologie für die menschliche Ontogenese interpretieren, die mitunter mit zunehmendem Alter (a) eine Abnahme biologisch, evolutionärer Selektionsvorteile, (b) eine daraus resultierende Zunahme des Bedarfs an kultureller Mittel im weiteren Sinne sowie (c) einem gleichzeitigen Verlust in der Effektivität solcher Mittel postulieren. So kann der Erwerb von leistungsfördernden kognitiven Werkzeugen

wie der Methode der Orte, die im Laufe der Kulturgeschichte entwickelt wurden, auch im hohen Alter zu einer Steigerung der Gedächtnisleistungen verhelfen. Gleichzeitig verlieren solche Optimierungsbemühungen im Bereich episodischer Gedächtnisleistungen im hohen Alter aufgrund biologisch bedingter Funktionsverluste an Effektivität. Die Erforschung der Bedingungen, unter denen auch im vierten Lebensalter Lernen und Leistungsoptimierung möglich sind, stellt für die Plastizitätsforschung eine Herausforderung dar.

ABSTRACT

A testing-the-limits training program was conducted with survivors of the longitudinal Berlin Aging Study (BASE; $N = 96$; mean age = 84; age range 75–101) to examine the extent to which episodic memory exhibits plasticity in very old age. Cognitive memory plasticity was defined as the maximum performance level and as learning gains after eight sessions of instruction and training in a performance-enhancing mnemonic technique. Specifically, participants were trained in the Method of Loci, a mnemonic device for the encoding and retrieval of word lists (Bower, 1970). For purposes of comparison, 20 young adults aged 20 to 30 years were also trained.

It was found that memory plasticity with the Method of Loci is still preserved in very old age, even though to a limited degree. On average very old adults were able to improve their baseline memory performance due to instruction in the Methode of Loci by nearly two standard deviations. At the same time, the comparison of the acquisition functions of young and very old participants during the adaptive training period revealed a magnification of age differences: Apparently, very old adults had a reduced ability to optimize their performance after instruction, whereas young adults continuously improved their memory performance throughout adaptive training. The evidence for age-related reduction of cognitive plasticity found on the basis of the comparison of young and very old participants could not be demonstrated within the sample of the 75 to 101 years old. This was probably due to positive, age-correlated selectivity effects in the longitudinal sample.

Individual differences in cognitive plasticity in very old age were associated more strongly with more biological determined measures of current status of sensory (hearing and vision) and cognitive functioning (memory, speed, fluency, knowledge) than with culture-based socio-biographical factors (education, income, social class). As the training unfolded, the predictive power of measures of fluid intelligence increased, whereas the importance of measures of crystallized intelligence and of socio-biographical indicators decreased. Individual differences in memory plasticity were also predicted by prior longitudinal change over 6.5 years in cognitive abilities and most importantly in perceptual speed: Participants who had a greater preceding loss in perceptual speed showed a lower maximum performance level and less learning gain. Results suggest that aging-induced biological factors are a prominent source of individual differences in cognitive plasticity in very old age and of the continuing reduction of the extent of plasticity.

