

Wiederholtes Lernen und Erinnern
von verbal enkodierten und ausgeführten Handlungen

Publikationsbasierte Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Naturwissenschaften

vorgelegt dem
Fachbereich Psychologie und Sportwissenschaften
der Johann Wolfgang Goethe-Universität, Frankfurt am Main

von
Tanja Rebekka Schatz geb. Steingrube
geboren am 13.07.1979
in Göttingen

14. Oktober 2011

Vom Fachbereich Psychologie und Sportwissenschaften
der Johann Wolfgang Goethe-Universität, Frankfurt am Main
als Dissertation angenommen.

Dekan:

Prof. Dr. Rolf van Dick

GutachterInnen:

Prof. Dr. Monika Knopf

Prof. Dr. Andreas Gold

Datum der Disputation:

Danksagungen

An dieser Stelle möchte ich allen danken, die zur Entstehung dieser Arbeit beigetragen und mich bei deren Erstellung unterstützt haben.

Zunächst und vor allen Dingen danke ich Frau Prof. Dr. M. Knopf für die fachliche Betreuung der Dissertation und für die kompetente und zielführende Unterstützung.

Bei Herrn Prof. Dr. A. Gold möchte ich mich für die Übernahme des Zweitgutachtens bedanken.

Weiterhin möchte ich den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Abteilung Entwicklungspsychologie danken. Mein besonderer Dank gilt hierbei Tina Spranger für den fachlichen und sozialen Austausch und für ihre Unterstützung während der Planung und Durchführung der Arbeit. Weiterhin danke ich ihr für das Korrekturlesen der in englischer Sprache verfassten Artikel. Veit Kubik sei gedankt für den fachlichen Austausch und die Unterstützung bei theoretischen Fragestellungen vor allen Dingen während der Phase der Fertigstellung dieser Arbeit. Dr. T. Kolling danke ich für seine Unterstützung in Bezug auf statistische Fragestellungen. Margit Feyler danke ich für die Mithilfe bei der Erstellung von Informationsblättern und Broschüren für die Teilnehmerinnen und Teilnehmer¹ meiner Studie und für die technische Hilfe bei der Durchführung.

Veit Kubik, Tina Spranger und meiner Mutter Christiane Steingrube danke ich für das Lesen meiner Arbeit und ihre wertvollen Anregungen.

Ein großer Dank gilt auch allen Teilnehmern meiner Studie für ihren Einsatz und die Teilnahme an zahlreichen Terminen.

Meiner Familie, insbesondere meinem Mann und meinen Töchtern Lena und Feline, danke ich für ihre Geduld und Unterstützung.

14.10.2011

Tanja R. Schatz

¹ Aus Gründen der Vereinfachung wird im Folgenden zur Bezeichnung von Personen lediglich die männliche Form genutzt.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	
I. Einleitung	1
1. Das Gedächtnis für ausgeführte Handlungen	2
1.1. Erklärungsansätze des Handlungseffektes	4
1.2 Die Leistungen nach handelndem Enkodieren im Alter	10
2 Wiederholungsmessung zur Untersuchung des Handlungseffektes	15
3 Analysen des Erinnerungsverlaufes nach handelndem und verbalem Lernen	18
3.1 Analysen der seriellen Positionskurven beim Erinnern von verbal enkodierten und ausgeführten Handlungen	18
3.2 Analysen der Erinnerungszeiten beim Abruf	22
4 Gegenstand und Fragestellungen der vorliegenden Arbeit	24
5 Studienaufbau	27
6 Die Teilnehmer der Studie	28
7 Durchführung	28
II. Überblick über die für die Disputation relevanten Veröffentlichungen	30
III. Diskussion	31
IV. Literaturverzeichnis	38
V. Akademischer Lebenslauf	48
VI. Anhang	50

Zusammenfassung

Gedächtnisaspekte, die auch mit zunehmendem Alter stabil und zuverlässig bleiben, sind in heutiger Forschung von besonderem Interesse. Studien im Bereich des Gedächtnisses für einfache Handlungen konnten zeigen, dass dieses Itemmaterial besser erinnert wird, wenn es während der Einprägephase motorisch ausgeführt wird (vgl. z.B. Knopf, 1995) im Gegensatz zum rein verbalen Einprägen vergleichbaren Materials. Dieser Gedächtnisvorteil des handelnden Enkodierens, der so genannte Handlungseffekt, ist auch bei älteren Probanden zu beobachten. Da der Handlungseffekt altersübergreifend vergleichbar groß ist, erreichen Ältere auch bei handelndem Enkodieren nicht das Leistungsniveau Jüngerer (Alterseffekt, z.B. Knopf, 2005).

Die vorliegende Arbeit beschäftigte sich vor allen Dingen mit der Frage, ob die Gedächtnisleistung nach handelndem und verbalem Enkodieren bei einer Wiederholung der Lernaufgabe mit jeweils neuem Lernmaterial noch gesteigert werden kann. Dabei wurden mögliche enkodiertypabhängige sowie altersabhängige Leistungsunterschiede untersucht. Weiterhin wurde geprüft, ob eine beobachtete Leistungssteigerung nach wiederholtem Lernen mit jeweils neuem Lernmaterial auch nach einem halben Jahr noch zu beobachten ist. In zwei zusätzlichen Fragestellungen wurde theoretischen Erklärungen des Handlungseffektes nachgegangen, indem die seriellen Positionskurven sowie der zeitliche Verlauf des Abrufes untersucht wurden.

Zur Untersuchung der Fragestellungen wurden verschiedene Studien mit Jüngeren und Älteren durchgeführt. Das Lernmaterial bestand aus Serien von einfachen Handlungsphrasen, welche entweder durch Ausführen oder verbal enkodiert und in unmittelbaren freien Erinnerungstests reproduziert wurden. Zur Untersuchung einer möglichen Leistungssteigerung nach Wiederholung der Lernaufgabe mit jeweils unterschiedlichem Material wurden vier Termine in wöchentlichem Abstand angesetzt. Um die Stabilität der Leistung nach einem halben Jahr zu untersuchen, wurde ein fünfter Messzeitpunkt realisiert.

Die Ergebnisse zeigen eine Replikation von Handlungs- und Alterseffekt (Knopf, 2005). Eine Wiederholung der Aufgabe mit jeweils neuem Lernmaterial führt unabhängig vom Alter der Teilnehmer oder der Enkodierbedingung zu einer ähnlichen Steigerung der Gedächtnisleistung, die auch nach einem halben Jahr noch nachweisbar ist. Die Untersuchungen der seriellen Positionskurven des Abrufes zeigen, dass nach handelndem

Enkodieren vor allen Dingen die letzten Items der zu lernenden Itemserie eine erhöhte Erinnerungswahrscheinlichkeit haben. Auch der Alterseffekt scheint eher in den letzteren seriellen Positionen einer Itemserie begründet zu sein, wobei diese Positionen bei verbalem und handelndem Enkodieren unterschiedlich sind. Die Leistungssteigerung zeigt sich bei beiden Enkodierbedingungen in einer signifikanten Steigerung der mittleren Positionen der seriellen Positionskurven, beim verbalen Enkodieren zusätzlich in einer Steigerung der letzten Positionen. Demnach führen bei den beiden Enkodierbedingungen unterschiedliche Veränderungen zum Leistungsanstieg. Bei der Betrachtung des zeitlichen Verlaufes des Abrufes kann zudem gezeigt werden, dass der Abruf nach handelndem Enkodieren schneller abzulaufen scheint.

I Einleitung

„Das Gedächtnis nimmt ab, wenn man es nicht übt.“
von Marcus Tullius Cicero (3.1.106 v.Chr. - 7.12.43 v.Chr.)

Unser Tagesablauf ist bestimmt durch viele kleinere und größere Handlungen, die wir mehr oder weniger routiniert und zielgerichtet ausführen: Schon am frühen Morgen beginnen wir mit dem alltäglichen Kaffee kochen, wir stecken vielleicht eine Scheibe Toast in den Toaster, gießen uns ein Glas Orangensaft ein, holen die Marmelade aus dem Kühlschrank und schmieren uns Butter auf unser Brot. Wenn wir abends noch einmal daran zurückdenken, was wir den ganzen Tag über alles getan haben, so werden uns die vielen kleinen Arbeitsschritte, die wir erledigt haben, vielleicht nicht als erstes in den Sinn kommen, aber beim gezielten Erinnern an genau diese kleinen alltäglichen Handlungen wird uns eine erstaunlich große Menge an Dingen wieder einfallen. Eine bestimmte Handlung oder Handlungsabfolge, wie etwa das Bedienen einer neuen Stereoanlage oder die Anwendung eines Computerprogramms, kann man sich besser merken, wenn man sie selbst ausgeführt hat. Hätte eine andere Person die Handlung erklärt oder vorgeführt, so wäre sie schneller wieder vergessen worden.

Gerade in den letzten Jahren ist das Interesse der Forschung an Gedächtnisaspekten, die auch mit zunehmendem Alter stabil und zuverlässig bleiben, stark gestiegen. Eine unter diesem Aspekt schon mehrfach untersuchte wichtige Alltagsleistung ist das eben beschriebene Lernen und Erinnern einfacher Handlungen, worum es auch in der vorliegenden Arbeit geht. Während in vielen Bereichen des Gedächtnisses die Leistung älterer Teilnehmer gegenüber der Leistung jüngerer nachlässt, führt das Erinnern ausgeführter Handlungen auch im Alter zu gesteigerten Leistungen. Im ersten Kapitel dieser Arbeit wird zunächst auf diesen besonderen Bereich der Gedächtnisforschung, die theoretischen Hintergründe sowie auf die Erinnerungsleistung nach ausgeführtem Handeln im Alter eingegangen. Im zweiten Kapitel werden vor allen Dingen die Auswirkungen von wiederholtem Lernen und Erinnern einfacher Handlungen auf die Erinnerungsleistung beschrieben. In Kapitel drei werden Analysen des Erinnerungsverlaufes beschrieben, welche zur genaueren Untersuchung der gefundenen

Effekte in der vorliegenden Arbeit herangezogen wurden. In den darauf folgenden Kapiteln wird das genaue Vorgehen bei der Durchführung beschrieben und die Ergebnisse kritisch diskutiert.

1. Das Gedächtnis für ausgeführte Handlungen

In heutiger Forschung wird nicht von „dem Gedächtnis“ als Einheit gesprochen, sondern es werden unterschiedliche Bereiche und Funktionen voneinander unterschieden. Es gibt unterschiedliche Modellvorstellungen zum Gedächtnis, die zur Untersuchung der Veränderungen des Gedächtnisses im Verlauf des Lebens betrachtet werden. Zur Einordnung des in der vorliegenden Arbeit untersuchten Gedächtnisses für ausgeführte Handlungen ist vor allen Dingen das von Markowitsch (1994) beschriebene Gedächtnissystem relevant, welches die Struktur und Komplexität des Langzeitgedächtnisses und das darin gespeicherte Wissen konkretisiert. Der Abbildung 1 sind alle Bereiche des Gedächtnissystems von Markowitsch (1994) zu entnehmen.

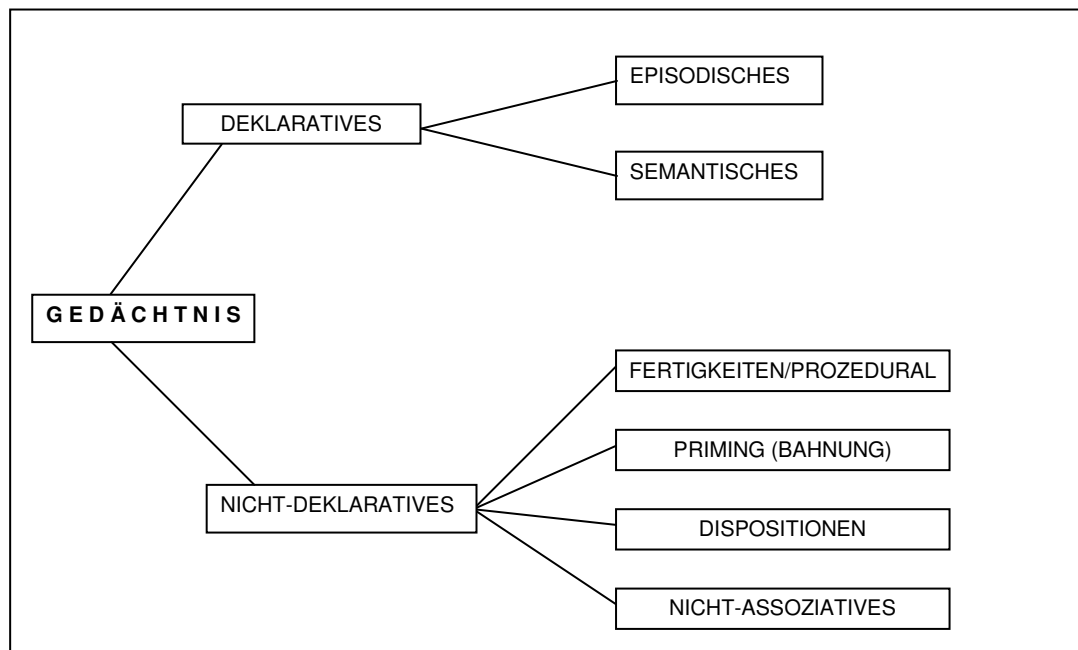


Abbildung 1: Modell eines Gedächtnissystems (nach Markowitsch, 1994)

Markowitsch (1994) unterscheidet zunächst zwischen zwei großen Bereichen des Langzeitgedächtnisses, dem deklarativen (expliziten) (Langzeit-) Gedächtnis, dessen Wissensbestände bewusst zugänglich und intentional abrufbar sind, und dem nicht-deklarativen (impliziten) (Langzeit-) Gedächtnis, dessen Inhalte nicht bewusst abrufbar sind und sich in Verhaltensweisen äußern (Markowitsch, 1994; siehe auch Schacter & Tulving, 1994; Tulving, 1985). Sowohl das deklarative als auch das nicht-deklarative Gedächtnis sind in weitere Bereiche zu unterteilen. Da sich die vorliegende Arbeit jedoch lediglich mit den bewusst zugänglichen, abrufbaren Wissensbeständen beschäftigt, wird im Folgenden lediglich auf die Unterteilung des deklarativen Gedächtnisses eingegangen. Das deklarative Gedächtnis ist nochmals zweigeteilt in das episodische und das semantische Gedächtnis (Markowitsch, 1994). Das semantische, faktenbezogene Gedächtnis beinhaltet allgemeines Wissen und Erlerntes. Diese Gedächtniseinträge besitzt eine Person unabhängig davon, ob sie sich an deren Erwerb erinnern kann. Demgegenüber steht das episodische, ereignisbezogene Gedächtnis, in dem Ereignisse gespeichert sind, die man selbst erlebt hat und bei denen man sich an Ort, Zeit und Erleben erinnert. Demnach werden diesem Teil des deklarativen Gedächtnisses die autobiografischen Erlebnisse zugeordnet, zu denen ein zeitlicher und personeller Bezug besteht und welche als persönliche Lebensgeschichte verfügbar sind. Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit dem Gedächtnis für ausgeführte Handlungen, welches nach dem eben beschriebenen Modell eines Gedächtnissystems (Markowitsch, 1994) dem episodischen Gedächtnis zuzuordnen ist. Eine Besonderheit der Forschung in diesem Bereich liegt in der Beschaffenheit des Lernmaterials: Es besteht aus einem Objekt und einem Verb, die eine einfache Handlungsphrase bilden, wie etwa „das Butterbrot schmieren“ oder „die Tasse abtrocknen“. Das Lernmaterial ist demnach sehr alltagsnah und auch alltagsrelevant (Knopf, 1995a). Dadurch wird vor allem dem häufig geäußerten Kritikpunkt gedächtnispsychologischer Forschung entgegengetreten, der besagt, dass weniger alltagsnahes Material, wie beispielsweise das Lernen und Erinnern von Nomenlisten, vor allen Dingen für ältere Teilnehmer eine Benachteiligung darstellen kann (siehe z.B. Knopf, 1995a; Kausler, 1985; Salthouse, 1990).

Eine typische Studie im Bereich der Gedächtnisforschung für ausgeführte Handlungen vergleicht die Gedächtnisleistung von Personen, welche Handlungsphrasen unter zwei

verschiedenen Bedingungen lernten. In einer verbalen Lernbedingung (Verbal Task, VT) lesen die Versuchsteilnehmer die Handlungsphrasen und sprechen sie laut aus. In einer handelnden Lernbedingung (Subject-Performed-Task, SPT) werden die Handlungsphrasen laut gelesen und zusätzlich motorisch ausgeführt. Im Vergleich zu der verbalen Lernbedingung zeigt sich unter der SPT-Bedingung eine bessere Gedächtnisleistung für die Handlungsphrasen. Dieser so genannte Handlungs- oder SPT-Effekt ist ein stabiler Effekt, der in verschiedenen Forschungsgruppen gut repliziert worden ist (vgl. u. a. Cohen, 1981; Earles, 1996; Engelkamp, 1990, 1991; Engelkamp & Krumnacker, 1980; Knopf, 1995a, 2005; Nilsson & Bäckman, 1991; Roediger & Zaromb, 2010; Zimmer, Cohen, Guynn, Engelkamp, Kormi-Nouri & Foley, 2001).

Die Forschung zum Handlungseffekt begann vor etwa 30 Jahren (siehe z.B. Zimmer & Cohen, 2001; Roediger & Zaromb, 2010), als Cohen (1981), Engelkamp und Krumnacker (1980) sowie Saltz und Donnerwerth-Nolan (1981) unabhängig voneinander das handelnde Enkodieren als neue Enkodierbedingung einführten. Die dabei untersuchten Fragestellungen waren allerdings unterschiedlich. So ging Cohen (z.B. 1981) der Frage nach, inwieweit die für das verbale Lernen geltenden Gesetzmäßigkeiten auch für das Gedächtnis von Handlungen zuträfen. Engelkamp und Krumnacker (1980) sowie Saltz und Donnerwerth-Nolan (1981) erforschten, unter welchen Bedingungen sich die Gedächtnisleistung verbessern ließe bzw. worauf die gedächtnisfördernde Wirkung des handelnden Enkodierens zurückzuführen sei. Die in diesen ersten Studien und den bis heute folgenden Forschungsarbeiten entstandenen theoretischen Erklärungsmodelle können grob in zwei unterschiedliche Hauptrichtungen eingeteilt werden. Diese werden im folgenden Abschnitt kurz vorgestellt.

1.1. Erklärungsansätze des Handlungseffektes

Seit den Anfängen der Forschung zum Handlungseffekt existieren unterschiedliche theoretische Erklärungsansätze (siehe z.B. Nilsson, 2000; Roediger & Zaromb, 2010; Zimmer, 2001). Diese lassen sich aufgrund ihrer jeweiligen Schwerpunktsetzung zur Erklärung des Effektes in zwei Gruppen einteilen: Die modalitätsspezifischen Kode-Theorien und die konzeptuellen Gedächtnistheorien.

In modalitätsspezifischen Kode-Theorien wird den verschiedenen, beim Enkodieren beteiligten Modalitäten eine wichtige Rolle zugeschrieben (z.B. Cohen, 1981, 1983, 1989a; Bäckman & Nilsson, 1984, 1985; Engelkamp & Zimmer, 1983, 1984), wie z.B. der motorischen Komponente beim handelnden Enkodieren (Engelkamp & Zimmer, 1983, 1984). Nachdem diese Ansätze in ihren Anfängen jeweils noch unterschiedliche Schwerpunkte legten, sind sie sich aufgrund neuerer Forschungsergebnisse immer ähnlicher geworden, sodass sie heute einige gleiche Annahmen vertreten (vgl. Nilsson, 2000). Diesen Ansätzen weitestgehend gemeinsam ist beispielsweise die Annahme, dass der Enkodiervorgang bei handelndem Lernen automatisch und nicht-strategisch abläuft². Die einzelnen theoretischen Annahmen sollen im Folgenden kurz dargestellt werden.

Cohen (1981, 1983, 1989a) geht in seinem Ansatz davon aus, dass das handelnde Enkodieren automatisch zu einer guten Gedächtnisspur führt, die später leicht zugänglich und dadurch gut abrufbar ist. Das handelnde Lernen stellt seiner Meinung nach eine optimale Form des Enkodierens dar, die nicht wie beim verbalen Lernen durch strategische Lernprozesse wie z.B. Wiederholen oder Elaborieren verbessert werden kann. Diesen anfänglichen theoretischen Überlegungen fügt Cohen (1989a) später die Annahme hinzu, dass das handelnde Enkodieren auch den Abruf aus dem Gedächtnis erleichtert, da der entstehenden Gedächtnisspur eine (motorische) Dimension hinzugefügt wird.

Bäckman und Nilsson (1984, 1985) sowie Engelkamp und Zimmer (1983, 1984; siehe auch Engelkamp, 1990) erweitern die Theorie von Cohen (1981, 1983) um eine weitere Annahme. Sie gehen davon aus, dass es beim handelnden Enkodieren zu einem multimodalen Verarbeiten der einzuspeichernden Information kommt. Neben dem visuellen und eventuell auch auditiven (beim lauten Vorlesen der Handlungsphrasen) Enkodieren kommen noch haptische und kinaesthetische Informationen durch das Handeln hinzu, die zu einer reicheren Gedächtnisspur führen (Bäckman & Nilsson, 1984, 1985). Cohen (1989a) geht nicht explizit von einem spezifischen motorischen Programm aus, welches das visuelle und verbale Programm beim handelnden Enkodieren begleitet. Allerdings bezeichnet er die motorische Bewegung beim handelnden Enkodieren als eine ausschlaggebende Komponente, was seine Annahmen der Position von Engelkamp und Zimmer (1983, 1984, 1985) oder auch späteren

² Wie später auch noch bei der Beschreibung der theoretischen Annahmen von Bäckman und Nilsson (1984, 1985) erwähnt, stimmen diese Autoren grundsätzlich zu, sehen aber das handelnde Enkodieren als nicht in jeder Hinsicht strategisch an.

Versionen der Multimodalitäts-Annahme von Nilsson und Bäckman (1989, 1991) näher bringt (vgl. auch Nilsson, 2000). Diese Ansätze werden nun im Folgenden beschrieben.

Bäckman und Nilsson (1984, 1985) gehen im Gegensatz zu Cohen (z.B. 1981, 1983) davon aus, dass das handelnde Enkodieren zwar in einer gewissen Weise nicht-strategisch sei, aber nicht in jeder Hinsicht. Sie nehmen an, dass handelndes Enkodieren automatisch zu einem multimodalen Verarbeiten der Information führt, was wiederum eine besonders reichhaltige Enkodierung dieser Information zur Folge hat. Multimodal wird das Verarbeiten der handelnd enkodierten Information deswegen genannt, weil der Lernende nicht nur die verbale Information hört und dabei vielleicht auch noch ein Objekt sieht, mit dem die Handlung ausgeführt wird, sondern weil er z.B. auch noch das Objekt fühlt, wenn er die Handlung ausführt. Die Annahme der multimodalen Verarbeitung handelnd enkodierter Informationen wird später erweitert zu einem dualen Kode-Ansatz, bei dem sowohl verbale als auch physikalische Komponenten des handelnden Enkodierens beachtet werden (Bäckman, Nilsson & Chalom, 1986). Dabei wird angenommen, dass die verbale Komponente strategisch sei, während das Enkodieren der physikalischen Komponente, zu der z.B. die Farbe oder das Gewicht zählen, als nicht-strategisch angenommen wird (Bäckman, Nilsson, Herlitz, Nyberg & Stigsdotter, 1991; Bäckman, Nilsson & Kormi-Nouri, 1993). Handelndes Enkodieren umfasst demnach sowohl verbale als auch physikalische Eigenschaften, während beim verbalen Enkodieren lediglich die verbale Komponente vorkommt (Nilsson, 2000). Nilsson und Bäckman (1989) nehmen an, dass die physikalische Komponente des dualen Kodes nicht willentlich, also zufällig enkodiert und auch implizit wieder abgerufen werde. Demgegenüber werde die verbale Komponente normalerweise intentional, also willentlich enkodiert und auch explizit wieder abgerufen. Im Vergleich sei die Leistung nach handelndem Enkodieren daher besser als nach verbalem, weil die implizit abgerufenen physikalischen SPT-Komponenten das explizite Abrufen der verbalen SPT-Kodes unterstützen oder anstoßen. Da beim rein verbalen Enkodieren keine physikalischen Kodes vorhanden seien, ist auch keine physikalische Komponente vorhanden, die den Abruf der bewusst abgerufenen verbalen Komponenten unterstützen könnte (Nilsson & Bäckman, 1989).

Zur Erklärung der gedächtnisfördernden Wirkung des handelnden Enkodierens gehen auch Engelkamp und Zimmer (1983, 1984, 1985; Zimmer & Engelkamp, 1985; siehe auch Engelkamp, 1990) davon aus, dass die zu enkodierende Information multimodal verarbeitet

wird. Den motorischen, verbalen sowie visuellen Komponenten wird beim Handeln eine wichtige Rolle zugeschrieben. Engelkamp und Zimmer (z.B. 1983, 1984, 1985) sehen den automatisch enkodierten motorischen Input als ausschlaggebend für den Handlungseffekt an und weniger die visuelle Komponente (siehe auch Engelkamp, 2001b). Beim Vergleich von einer handelnden Enkodierbedingung mit imaginärem (also ohne reales Objekt) sowie mit realem Objekt konnten Engelkamp und Zimmer (1983) keinen Leistungsunterschied beim späteren Erinnerungstest feststellen. Die Verfügbarkeit von zusätzlichen visuellen Informationen (z.B. eines Objektes während der Enkodierung) hatte keinen Einfluss auf die Erinnerbarkeit der Handlungsphrasen. Da der sensorische Input im Fall der Enkodierbedingung mit realem Objekt größer sei als ohne Objekt, müsste nach Annahme eines gedächtnisfördernden Effektes aufgrund reichhaltiger Enkodierung eine bessere Leistung unter dieser Bedingung zu erwarten sein. Da dieses jedoch nicht der Fall ist, sehen Engelkamp und Zimmer (1983) das Ergebnis als Hinweis für die Richtigkeit ihrer theoretischen Überlegungen. Diese Schlussfolgerung wird durch eine zweite Studie gestützt, in welcher der SPT-Effekt sich unabhängig davon zeigt, ob die Studienteilnehmer beim handelnden Enkodieren die Augen offen hielten und damit visuelle Information zu Verfügung hatten oder nicht (Engelkamp, Zimmer & Biegelmann (1993). Diese Studienergebnisse zeigen laut Engelkamp und Zimmer (z.B. 1983, 1984, 1985) die Bedeutsamkeit der motorischen Komponente für den Handlungseffekt (siehe auch Engelkamp, Zimmer, Mohr & Sellen, 1994).

Zu den traditionellen konzeptuellen Gedächtnistheorien zur Erklärung des Handlungseffektes gehören beispielsweise die Ansätze von Helstrup (1987), Kormi-Nouri (1995) und Kormi-Nouri und Nilsson (z.B. 1998) sowie Knopf (1992a). Den Ansätzen gemein ist, dass sie der motorischen Komponente beim handelnden Enkodieren keine besondere Rolle zuschreiben, sondern die semantischen und episodischen Gedächtnisaspekte der Handlungsrepräsentation als wichtig erachten. Der Handlungseffekt wird durch das intensive konzeptuelle Verarbeiten der Information erklärt, also das Anknüpfen an bereits vorhandenes Wissen. Dabei wird keine Trennung in verschiedene Gedächtnis-Kodes oder Modalitäten (visuelle, auditive, motorische etc.) angenommen. Es wird von einer amodalen Erklärung ausgegangen, welche die während einer Handlungsausführung beteiligten kognitiven, volitionalen und motivationalen Prozesse berücksichtigt.

Kormi-Nouri (1995) sowie Kormi-Nouri und Nilsson (z.B. 1998) erklären den Handlungseffekt als das Ergebnis des erhöhten Selbst-Bezugs sowie der sowohl semantischen als auch episodischen Enkodierung der Information beim handelnden Lernen (Kormi-Nouri & Nilsson, 1998). Das motorische führt genauso wie das verbale zu einer Form von episodischem Gedächtnis, ohne dass von einem speziellen motorischen Programm ausgegangen werden muss, welches zusätzlich zu z.B. visuellen Modalitäten besteht (Kormi-Nouri & Nilsson, 2001). Das Spezielle am Erinnern motorischer Informationen im Unterschied zu anderen Arten von z.B. visuellen oder verbalen Informationen kann durch den so genannten „episodischen Integrationseffekt“ erklärt werden. Dabei wird davon ausgegangen, dass motorisch enkodierte Informationen im episodischen Gedächtnis gespeichert und demnach wie andere im episodischen Gedächtnis abgelegte Informationen in Bezug auf Zeit und Raum organisiert und mit Selbstbezug registriert werden (Kormi-Nouri & Nilsson, 2001). Der gedächtnisfördernde Effekt nach motorischem Enkodieren wird von Kormi-Nouri und Nilsson (2001) dadurch erklärt, dass es sich bei der motorisch enkodierten Information um eine optimale Form von episodischem Gedächtnisinhalt handelt. Der Grund hierfür wird von zwei Seiten begründet. Zunächst bewirkt der höhere Selbstbezug der Person eine bessere Enkodierung. Die Integration oder Interaktion zwischen der Umwelt, also z.B. der Aufgabe an sich, und der lernenden Person wird durch das Handeln verbessert. Derjenige, der handelnd enkodierte, ist sich beim Erinnern an die gelernten Items mehr bewusst über seine eigenen Handlungen. Als zweiten Aspekt für einen besseren episodischen Gedächtnisinhalt nach handelndem Enkodieren sehen Kormi-Nouri und Nilsson (2001) die bessere Integration von Handlungskomponenten aufgrund von Handeln. Diese Integration geschieht auf zwei unterschiedliche Arten, nämlich innerhalb eines Ereignisses und zwischen Ereignissen: Einerseits werden Objekt und Verb einer Handlungsphrase gemeinsam abgespeichert und somit besser integriert (bessere item- spezifische Informationen), andererseits kann eine bessere Integration von relationalen Ereignissen zwischen Items gezeigt werden. Handelndes Enkodieren wird dabei nicht als automatischer, sondern als strategischer Lernprozess aufgefasst.

Helstrup (1986, 1987) geht in seinem Problemlöseansatz davon aus, dass strategisches Vorgehen für jede Gedächtnisaufgabe, sei sie nun verbal oder handelnd, eine wichtige Rolle spielt, da alle Aufgaben Stufen der Differenzierung und Integration beinhalten. Differenzierung meint, dass das Stimulusmaterial zunächst in Bezug auf die

Unterschiedlichkeit, Gleichheit und die Natur der zugrunde liegenden Komponenten identifiziert werden muss. Integration bezeichnet den auf die Differenzierung folgenden Prozess der Einordnung des erkannten Prozesses in verwandte Strukturen (Helstrup, 1987). Beide Prozesse können als Subelemente von mehr allgemeinen Gedächtnisstrategien betrachtet werden. Die Wahl einer geeigneten Strategie wird nach Helstrup (1987) sowohl bei verbalen als auch bei handelnden Enkodieraufgaben durch die gleichen Hypothesen über eigene Kapazitäten und Eigenschaften der Situation beeinflusst. Zwischen einer verbalen und einer handelnden Lernaufgabe besteht demzufolge kein prinzipieller Unterschied in Bezug auf den Problemlöseprozess. Helstrup (1993) vertritt die Annahme, dass handelnd enkodierte Items wie auch die verbal enkodierten von semantischen Relationen profitieren, die durch die Organisierbarkeit in bekannte Skripts oder Routinen entstehen (Inter-Item-Integrationsansatz). Aufgrund dieser Wirkung von semantischen Relationen auch auf handelnd zu enkodierendes Material geht Helstrup (1993) davon aus, dass das Erinnern von Handlungen nicht nicht-strategisch sein kann. Die Teilnehmer nutzen nur die Strategie des Handelns an sich und verlassen sich darauf, dass das spätere Abrufen der Items funktionieren wird. Ein Grund dafür ist das Wissen der Teilnehmer, dass im täglichen Leben Handlungen ohne aktive Nutzung von Gedächtnisstrategien abgerufen werden können (Helstrup, 1987).

Ähnlich, aber anhand der Prozessanalyse des Handelns detaillierter erklärt, ist der Ansatz von Knopf (z.B. 1992a). Wie bei den theoretischen Überlegungen von Kormi-Nouri (1995) oder Helstrup (1987) geht auch Knopf (z.B. 1992a) davon aus, dass keine qualitativen Unterschiede zwischen dem verbalen (VT-) und dem handelnden (SPT-) Lernen bestehen. In beiden Fällen werden konzeptuelle Informationen generiert. Nicht der motorische Input (z.B. Engelkamp, 1990) oder der Effekt des kombinierten Inputs verschiedener Modalitäten des sensorischen Systems führen zum Handlungseffekt, sondern der Prozess des Handelns selbst bzw. dessen amodale, konzeptuelle Informationsverarbeitungsprozesse (siehe z.B. Knopf, 1995a; Knopf, Mack, Lenel & Ferrante, 2005). Die amodale, konzeptuelle Informationsverarbeitung beim Handeln wird als komplexer psychologischer Prozess angenommen (z.B. Knopf, 1992a), bei dem eine besonders reichhaltige Information generiert wird, da sich die Informationsverarbeitung aus verschiedenen kognitiven, volitionalen, motivationalen sowie motorischen Subkomponenten zusammensetzt. Dazu gehören die Vorbereitung der Handlung, deren Planung und Koordination, das Ausführen der Handlung selbst, die Kontrolle der Handlungsausführung sowie die abschließende Evaluation der

ausgeführten Handlung. Das Zusammenwirken dieser einzelnen Prozesse macht dabei die gedächtnisfördernde Wirkung des Handelns aus. Dabei geht Knopf (1992a) davon aus, dass der Vorteil schon sehr früh im Prozessgeschehen wirksam wird, nämlich schon innerhalb der Planungsphase auf der Stufe der Intention, eine Handlung auszuführen.

Neben der Untersuchung unterschiedlicher Enkodierbedingungen (VT und SPT) liegt ein weiterer Schwerpunkt der vorliegenden Arbeit in der Untersuchung enkodierbedingungsabhängiger Gedächtnisleistung in Abhängigkeit vom Alter. Einzelne Studien haben sich bereits mit diesem Thema beschäftigt und unterschiedliche Ergebnisse gezeigt, was im folgenden Kapitel dargestellt werden soll.

1.2 Die Leistungen nach handelndem Enkodieren im Alter

Querschnittliche Studien konnten zeigen, dass die Gedächtnisleistung älterer Teilnehmer im Vergleich zu der jüngerer weniger stark ist, während andere Studien lediglich geringe oder gar keine Altersunterschiede feststellen konnten (Zusammenfassungen beispielsweise bei Hultsch & Dixon, 1990; Kausler, 1991; Roediger & Zaromb, 2010). Vor allen Dingen in längsschnittlichen Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass die Verluste der Gedächtnisleistung im Alter weit geringer sind, als querschnittliche Befunde vermuten lassen (siehe z.B. Rönnlund, Nyberg, Bäckman & Nilsson, 2005). Dennoch weisen auch die Ergebnisse von Längsschnittstudien darauf hin, dass altersbezogene Einbußen in Bezug auf die Gedächtnisleistung in bedeutendem Umfang und bereits frühzeitig, ab dem sechsten Lebensjahrzehnt (Knopf & Neidhardt, 1995) auftreten. Auch der Handlungseffekt wurde bei erwachsenen Teilnehmergruppen unterschiedlichen Alters untersucht, um altersbedingte Veränderungen des Effektes zu analysieren. Anfängliche Studien von Bäckman (1984, 1985a, 1985b) sowie Bäckman und Nilsson (1984, 1985) konnten nach handelndem Enkodieren die beim verbalen Enkodieren vorliegenden Altersunterschiede nicht mehr finden und schlossen daraufhin, dass die im episodischen Gedächtnis bestehenden Altersdefizite durch das handelnde Enkodieren rückgängig gemacht werden könnten. Auch in anderen Studien wurden diese Ergebnisse später repliziert (z.B. Brooks & Gardiner, 1994; Cohen & Faulkner, 1990;

Dick, Kean & Sands, 1989; Nyberg, Nilsson & Bäckman, 1992). Allerdings gibt es auch eine Reihe von Folgestudien, die den typischen Alterseffekt, den Gedächtnisvorteil jüngerer Teilnehmer gegenüber älteren Teilnehmern, auch beim handelnden Lernen finden konnten (z.B. Cohen, Sandler & Schroeder, 1987; Earles, 1996; Guttentag & Hunt, 1988; Knopf, 1992a, 1992b, 1995a; 2005; Knopf & Mack, 2004; Knopf & Neidhardt, 1989a; Knopf & Weber, 2003; Nilsson & Craik, 1990; Nilsson, Bäckman, Erngrund, Nyberg, Adolfsson, Bucht, Karlsson, Widing & Winblad, 1997, Norris & West, 1991, 1993; Rönnlund, Nyberg, Bäckman & Nilsson, 2003).

Als mögliche Erklärung für den nicht gefundenen Altersunterschied bei Bäckman und Nilsson (1984, 1985) und anderen vermutet Cohen (1989a), dass die Listenlänge einen Effekt auf die Ergebnisse hatte. In einer Studie von Cohen, Sandler und Schroeder (1987) mit langen (37 Items) und kurzen (14 Items) Listen konnte gezeigt werden, dass der Altersunterschied nach handelndem Lernen bei den längeren Listen bestand, während dieses Ergebnis für die kurzen Listen nicht gefunden werden konnte³. Eventuell könnte demnach die Aufgabenschwierigkeit eine Erklärung für diese inkonsistenten Ergebnisse liefern, da bei schwierigen Aufgaben die Defizite bei SPT und VT parallel sein könnten. Bei einfachen Aufgaben (z.B. kurze Listen oder Rekognition als Test) könnte hingegen eine Interaktion zwischen Aufgabenschwierigkeit und der Enkodierbedingung vorliegen, da die Altersdifferenzen bei SPT kleiner sind als bei VT (vgl. Nilsson, 2000). Diese Vermutung wird beispielsweise auch durch eine Studie von Knopf und Neidhardt (1989a) gestützt, bei der beim freien Erinnern in beiden Enkodierbedingungen (SPT und VT) der Alterseffekt gefunden wurde, bei einem darauf folgenden Rekognitions-Test jedoch kein Altersunterschied mehr bestand. Möglicherweise kann eine Strategiedefizits-Hypothese im Alter diesen Effekt erklären, da bei einfachen Aufgaben bzw. der Rekognition als Test keine Strategie benötigt wird, um eine gute Gedächtnisleistung zu erzielen, während das bei schwereren Aufgaben der Fall ist. Allerdings ist zu beachten, dass aufgrund der oftmals beinahe maximalen Leistung (Deckeneffekte) der jüngeren Teilnehmer bei einem einfachen Rekognitions-Test das Ergebnis auch verfälscht sein kann.

³ Allerdings zeigte eine Studie von Knopf (1992b), dass sich zwar der Prozentsatz der erinnerten Items verringert mit der Verlängerung der Liste, dass jedoch sowohl Handlungs- als auch Alterseffekt bei langen (36 Items) sowie kurzen (12 Items) Listen bestehen bleiben.

Auch der Handlungseffekt scheint demnach vom generellen Nachlassen der episodischen Gedächtnisleistung Älterer beeinflusst zu sein (vgl. z.B. Larsson, Nyberg, Bäckman & Nilsson, 2003). Allerdings kann der gedächtnisfördernde Effekt des handelnden Enkodierens bei Teilnehmern im jüngeren und älteren Erwachsenenalter in ähnlicher Weise gezeigt werden (z.B. Bäckman & Nilsson, 1984; Knopf, 1995a; Nyberg, Nilsson & Bäckman, 1992).

In einer Langzeitstudie zur Erforschung von Altern und Gedächtnis, der „Betula prospective cohort study“ (Nilsson, Bäckman, Erngrund, Nyberg, Adolfsson, Bucht, Karlsson, Widing & Winblad, 1997), konnte gezeigt werden, dass ein positiver Effekt des handelnden Enkodierens über die Lebensspanne vorzufinden ist. Der Befund, dass auch bei älteren Teilnehmern ein Gedächtnisvorteil handelnden gegenüber verbalen Enkodierens gezeigt werden kann (vgl. z.B. Knopf, 2005), ist ein äußerst wichtiger für die Gedächtnisforschung im Alter. Auch wenn Gedächtnisdefizite aufgrund des handelnden Enkodierens nicht (vollständig) aufgehoben werden können, so scheint das handelnde Enkodieren doch eine wichtige Optimierungsmöglichkeit der ansonsten schlechteren Gedächtnisleistung im Alter zu sein. Eine Leistungsverbesserung im Bereich des Lernens und Erinnerns von Handlungen hat einen direkten praktischen Nutzen für den Alltag älterer Menschen: Gerade das Erinnern einfacher Handlungen, wie beispielsweise, ob eine bestimmte Tablette bereits genommen, wo die Lesebrille abgelegt oder ob der Herd ausgestellt wurde, gehört zu wichtigen alltäglichen Aufgaben. Nach Neidhardt (1995, S. 19) treten im Alltag älterer Menschen Aufgaben, bei denen es um das Erinnern von Handlungen geht, an die Stelle verbaler Lerntätigkeiten. Daher gehört das Gedächtnis für Handlungen zu einem Gedächtnisbereich, in dem auch bei älteren Menschen von einem hohen Übungsgrad ausgegangen werden kann (Neidhardt, 1995, S. 19).

Anhand der im Kapitel 1 beschriebenen Unterscheidung verschiedener Bereiche des Gedächtnisses (Gedächtnissystem nach Markowitsch, 1992, 1994; siehe beispielsweise auch Schacter & Tulving, 1994; Tulving, 1972, 1983, 1993) können Gedächtniseinbußen im Alter genauer betrachtet und erklärt werden: Die verschiedenen Bereiche des Gedächtnisses werden hierfür einzeln betrachtet, da sie sich altersbedingt unterschiedlich verändern. Rönnlund et al. (2005) konnten beispielsweise in einer quer- und längsschnittlich durchgeführten Studie zeigen, dass die Altersverläufe für das episodische und das semantische Gedächtnis unterschiedlich sind. In beiden Bereichen des Gedächtnisses sind ab dem Alter von etwa 60

Jahren Einbußen zu verzeichnen. Diese sind im episodischen Gedächtnis gravierender. Die Leistung im semantischen Gedächtnis steigt bis zu diesem Lebensalter sogar an (Rönnlund et al., 2005).

Zur Erklärung von Alterseffekten im episodischen Gedächtnis, dem auch das Gedächtnis für ausgeführte Handlungen zuzuordnen ist, wurden unterschiedliche Ansätze entwickelt. Generell kann zwischen beeinflussenden Faktoren unterschieden werden, die mit der jeweiligen zu lösenden Aufgabe zu tun haben und solchen, die unabhängig von der jeweiligen Aufgabe einen Einfluss ausüben (vgl. Hoyer & Verhaeghen, 2006). Aufgabenunabhängig übt beispielsweise das Nachlassen sensorischer Fähigkeiten, wie etwa Hören und Sehen, einen Einfluss auf die Gedächtnisleistung aus (z.B. Anstey, Hofer & Luszcz, 2003; Christensen, Mackinnon, Korten & Jorm, 2001; Lindenberger & Baltes, 1994; Lövdén & Wahlin, 2005). Weiterhin gehen beispielsweise Craik und Lockhardt (1972) davon aus, dass Altersunterschiede durch die Prozessressourcen beim Verarbeiten der Information zustande kommen. Bei älteren Teilnehmern wird angenommen, dass diese Prozessressourcen, wie z.B. die Kapazität des Arbeitsgedächtnisses oder die Prozessgeschwindigkeit (Salthouse, 1996), nicht mehr voll zur Verfügung stehen (z.B. Dunlosky & Salthouse, 1996; Verhaeghen & Salthouse, 1997). Diese aufgabenunabhängigen Erklärungsansätze stellen eher pessimistische Annahmen bezüglich alterskorrelierter Veränderungen dar, da die Gründe für Leistungseinbußen anhand von irreversiblen Veränderungen im Gedächtnissystem, bzw. der grundlegenden Informationsverarbeitungsmechanismen gesehen werden (vgl. z.B. Knopf, 1992b).

Demgegenüber stehen die aufgabenabhängigen Erklärungen der Leistungseinbußen Älterer, die im Folgenden kurz beschrieben werden sollen. Diese Erklärungsmöglichkeiten stellen eher optimistischere Ansätze dar, da hier durch Interventionen eine Verbesserung der Leistung erreicht werden kann (siehe z.B. Knopf, 1992b). Bei der zu lösenden Aufgabe spielen Kontrollprozesse eine Rolle: Es wird angenommen, dass die hemmende Kontrolle, also die Widerstandsfähigkeit gegenüber ablenkenden Reizen, sowie die Koordination verschiedener Aufgaben bei Älteren eingeschränkt sind (siehe z.B. Lövdén, 2003; Kramer, Hahn & Gopher, 1999; Verhaeghen, Steitz, Sliwinski & Cerella, 2003). Da schlechtere Leistungen älterer Teilnehmer oftmals bei Aufgaben zu finden sind, bei denen eine aufmerksamkeitsbezogene, strategische Informationsverarbeitung notwendig ist, wird von einem Strategiedefizit bei älteren Teilnehmern ausgegangen (Weinert, Knopf & Schneider,

1987; siehe auch Knopf, 1995b, 1998). Bei Aufgaben, die keine Strategienutzung verlangen, treten hingegen Altersunterschiede geringfügiger oder gar nicht auf (z.B. Hasher & Zacks, 1979, Knopf, 1995b, 1998). Craik (1994) erklärte die Leistungsunterschiede jüngerer und älterer Teilnehmer anhand des unterschiedlichen Ausmaßes, in dem eine Aufgabe aktive, selbstinitiierte Informationsverarbeitungsprozesse verlangt. Er ging davon aus, dass Ältere Schwierigkeiten haben, wenn Lern- und Gedächtnisaufgaben solche Prozesse zur Verarbeitung der Informationen verlangen. Dadurch erklären sich seiner Meinung nach auch die besonders großen Leistungsdifferenzen beim freien Erinnern zwischen jüngeren und älteren Teilnehmern im Vergleich zum Wiedererkennen. Auch das Wissen in einem Bereich kann das Lösen von Lern- und Gedächtnisaufgaben älterer Teilnehmer verbessern (siehe z.B. Knopf, Preußler & Stefanek, 1995): Haben die Teilnehmer die Möglichkeit, Wissen zu aktivieren und darauf zurückzugreifen, so verbessert sich auch die Gedächtnisleistung.

Insgesamt kann keine der beiden Sichtweisen alleine alle Befunde klären (u.a. Nilsson, Bäckman, Erngrund, Nyberg, Adolfsson, Bucht, Karlsson, Widing & Winblad, 1997). Sowohl aufgabenabhängige als auch –unabhängige Ansätze kommen für die Erklärung der Leistungseinbußen älterer Teilnehmer in Gedächtnistests in Frage. Einige der eben beschriebenen Ansätze wurden auch zur Erklärung des Alterseffektes nach handelndem Enkodieren herangezogen, stellten sich allerdings für diesen Bereich als nicht zutreffend heraus. Wie beschrieben, kann Wissen in einem Bereich das Lösen von Lern- und Gedächtnisaufgaben älterer Teilnehmer verbessern (siehe z.B. Knopf, Preußler & Stefanek, 1995). Dieses sollte gerade für einfache Handlungen, die aus dem Alltag bekannt sind und für die viel Wissen besteht, eine besonders gedächtnisfördernde Wirkung haben. Allerdings konnte Knopf (1991) zeigen, dass die Möglichkeit des Zugriffs auf Wissen nicht die Erklärung für das schlechtere Abschneiden älterer Teilnehmer im Vergleich zu jüngeren Teilnehmern sein kann: Sowohl bei bekannten als auch bei unbekanntem Handlungsphrasen fand sich der Alterseffekt (Knopf, 1991; siehe auch Knopf, 1995a). Dass auch das Strategienutzungsdefizit nicht als Erklärung für die schlechtere Leistung älterer Teilnehmer in Frage kommt, zeigte Neidhardt (1995) in einem Experiment, bei dem die Handlungsphrasen in Episoden zu organisieren waren. Jüngere wie ältere Teilnehmer organisierten die Handlungen zu Episoden und verbesserten dadurch ihre Gedächtnisleistungen. Es fand sich allerdings trotz dieser Möglichkeit der Organisation des Lernmaterials ein Alterseffekt. Demnach führt auch eine Erleichterung der Lernaufgabe in Form der Möglichkeit, die

Handlungsphrasen zu Episoden zu organisieren, nicht zu einer Reduktion des Altersunterschiedes (Neidhardt, 1995). Einige Theoretiker gehen davon aus, dass das handelnde Enkodieren im Vergleich zum verbalen auf weniger aktiver sondern eher auf automatischer Informationsverarbeitung basiert (vgl. auch Kapitel 1.1 bzw. 3). Wie bereits beschrieben, haben ältere Teilnehmer starke Probleme mit der aktiven Anwendung von Strategien. Bei Aufgaben, die keine Strategienutzung verlangen, treten hingegen Altersunterschiede geringfügiger oder gar nicht erst auf (z.B. Hasher & Zacks, 1979). Dieses wird beim handelnden Enkodieren nicht gefunden.

Die eben beschriebenen theoretischen Ansätze und Studien zeigen, dass der Handlungseffekt auch im Alter zu finden ist. Ältere Teilnehmer zeigen jedoch auch bei dieser Aufgabe schlechtere Leistungen als jüngere, was den Ergebnissen anderer Studien im Bereich des episodischen Gedächtnisses entspricht. Bisher liegen hierfür noch keine vollständigen Erklärungsansätze vor. In der vorliegenden Arbeit wird die Veränderung der Gedächtnisleistungen im Alter unter einem neuen Aspekt betrachtet: Die Leistungen der Teilnehmer wurden mehrfach untersucht, und zwar durch eine Wiederholung der Handlungsgedächtnisaufgabe mit jeweils neuem Lernmaterial. Dabei stand die Frage im Vordergrund, ob sich Altersunterschiede nach wiederholtem Messen ausgleichen lassen oder stabil bestehen bleiben. Weiterhin wurde mit diesem Vorgehen untersucht, ob die erste Messung der Erinnerungsleistung bei dieser Aufgabe in allen Altersgruppen zuverlässig ist. In anderen Bereichen der Gedächtnisforschung wurden Leistungsveränderungen nach wiederholtem Messen bereits untersucht, nicht jedoch im Bereich der Forschung hinsichtlich des Handlungseffektes und in der Kombination mit Alter als einer Variablen. Auf die Wiederholungsmessung als Forschungsmethode soll im folgenden Kapitel eingegangen werden.

2 Wiederholungsmessung zur Untersuchung des Handlungseffektes

Seit einigen Jahren nutzen immer mehr Studien die Wiederholungsmessung zur Untersuchung psychologischer Fähigkeiten (z.B. Kliegl, Smith & Baltes, 1989, 1990;

Rönnlund et al., 2005). Wiederholungsmessungs-Designs können zur Untersuchung unterschiedlicher Fragestellungen genutzt werden. Aufgrund der Veränderungen von Leistungen über die verschiedenen Messzeitpunkte wird beispielsweise versucht, Aufschluss über die zugrunde liegenden kognitiven Mechanismen zu erhalten. Weiterhin wird versucht festzustellen, wie Faktoren wie etwa der Kontext der Untersuchung, die Befindlichkeit der untersuchten Person oder die zunehmende Vertrautheit mit der Situation die Leistung über die Zeit beeinflussen. Auch die obere Grenze der Gedächtnisleistung sowie die Beeinträchtigung des kognitiven Systems werden anhand von Messwiederholungs-Studien untersucht. Eine Verbesserung der Leistung über die Messzeitpunkte kann beispielsweise auf Lernen oder Strategiemodifikation zurückgeführt werden (Siegler, 1994; Rittle-Johnson & Siegler, 1999; Li, Aggen, Nesselroade & Baltes, 2001; Li, Huxhold & Schmiedek, 2004). Eine erhöhte Variabilität bei klinischen Bedingungen kann auf eine Beeinträchtigung des kognitiven Systems wie z.B. beim Vorliegen einer Demenz hindeuten (Hultsch, MacDonald, Hunter, Bencheton & Strauss, 2000). Ein Ansatz, der diesbezüglich in den letzten Jahren viele neue Erkenntnisse gebracht hat, ist das so genannte „Testing-the-Limits“ (z.B. Kliegl, Smith & Baltes, 1989, 1990). Dabei werden die Teilnehmer in einer bestimmten Gedächtnismethode, der „Methode der Orte“, trainiert, anhand derer die Gedächtnisleistung beim Erinnern von Itemserien (z.B. Wörterlisten) verbessert werden kann. In einer langen Serie von Trainingssitzungen mit jeweils neuem, zu erlernendem Material kann die obere Grenze der Gedächtnisleistung ermittelt werden. Dabei wird davon ausgegangen, dass die Gedächtnisleistung nach einmaligem Messen noch nicht in ihrer maximal möglichen Leistung gemessen werden kann. Dieses wird als „Plastizität“ bezeichnet: Eine einmalig gemessene Leistung verbessert sich nach mehrmaligem Training, bis schließlich die „wahre Leistungsgrenze“ erreicht wird. Diese „wahre Leistungsgrenze“ zeigt das Leistungsniveau, welches der jeweilige Teilnehmer auch durch weiteres Training nicht mehr steigern kann. Der Ansatz des „Testing-the-Limits“ wird auch zur Diagnostik pathologischer Altersprozesse genutzt. In einer Studie von Baltes, Kühl, Gutzmann und Sowarka (1995) konnte beispielsweise bei Alzheimer-Patienten keine Plastizität in den individuellen episodischen Gedächtnisleistungen gezeigt werden. Auch nach mehrmaligem Training verbesserte sich diese Teilnehmergruppe nicht, während ein stetiger Anstieg in der Gedächtnisleistung bei normal alternden Teilnehmern gefunden werden konnte (siehe auch Kliegl, 1989; Kühl & Baltes, 1989).

Methodisch gesehen gibt es verschiedene Möglichkeiten der Untersuchung, wie etwa die Stabilität des Mittelwertes einer Gruppe oder auch die intraindividuellen Veränderungen einer Person über die Zeit zu betrachten (siehe z.B. Hultsch, MacDonald, Hunter, Bencheton & Strauss, 2000; Li, Aggen, Nesselroade & Baltes, 2001; Li, Huxhold & Schmiedek, 2004).

Auch im Bereich der Handlungseffektforschung existieren erste Studien von Koriat und Mitarbeitern, bei denen sukzessives, multiples Lernen untersucht wurde (Koriat, Pearlman-Avni & Ben-Zur, 1998; Koriat & Pearlman-Avni, 2003). Im Gegensatz zu den eben beschriebenen Ansätzen wurde bei diesen Studien allerdings jeweils dasselbe Material eingesetzt, um Veränderungen der Gedächtnisleistung über verschiedene Lerndurchgänge hinweg zu untersuchen (z.B., Koriat et al., 1998, 2003). So konnte in einer Studie von Koriat et al. (1998, 2003), in der die Gedächtnisleistung der Teilnehmer mit demselben Material sechs oder zehn Mal nacheinander getestet wurde, eine Steigerung der Leistung gezeigt werden. Bei diesen Studien lag der Fokus auf der Analyse von Veränderungen der Organisation der erinnerten Handlungssphrasen bei mehrmaligem Abfragen. Dabei lag spezielles Interesse auf der handelnden Enkodierbedingung, da solche Studien in diesem Bereich vorher noch nicht durchgeführt wurden. Die Ergebnisse zeigten, dass die Items in allen Lernbedingungen organisiert erinnert wurden, wobei die Organisation der Erinnerung von einem Erinnerungsvorgang zum nächsten systematisch verbessert wurde.

Arbeiten zu möglichen Veränderungen von Gedächtnisleistungen verschiedener Personen nach Wiederholung der Gedächtnisaufgabe mit jeweils neuem Lernmaterial liegen im Bereich der Handlungseffektforschung noch nicht vor. In Koriats Studien mit Messwiederholung nach Enkodieren durch Ausführen wurde das Ziel verfolgt, die Veränderungen der Organisation des zu erinnernden Materials zu untersuchen (z.B., Koriat et al., 1998, 2003). Demgegenüber wird in dieser Arbeit der Frage nachgegangen, ob sich die Gedächtnisleistungen aller Teilnehmer im Sinne des „Testing-the-Limits“-Ansatzes (z.B. Kliegl, Smith & Baltes, 1989, 1990) verbessern, wenn mehrmals dieselbe Aufgabe ausgeführt wird.

3 Analysen des Erinnerungsverlaufes nach handelndem und verbalem Lernen

Die in den vorherigen Kapiteln beschriebenen Studien analysierten in der Regel den Umfang der Handlungsphrasen, die nach verbalem und handelndem Lernen aus dem Gedächtnis abgerufen werden können. Neben diesen quantitativen Analysen wurden in verschiedenen Studien auch qualitative Unterschiede der zugrunde liegenden Gedächtnisprozesse untersucht (z.B. Bäckman & Nilsson, 1984, 1985; Koriat & Pearlman-Avni, 2003; Seiler & Engelkamp, 2003; Spranger, Schatz, & Knopf, 2008; Zimmer, Helstrup, & Engelkamp, 2000; siehe auch Zimmer & Cohen, 2001). Hierfür betrachtete man beispielsweise Erinnerungsprozesse genauer, wobei in der vorliegenden Arbeit zwei Schwerpunkte ausgewählt wurden: Einerseits wurden serielle Positionskurven und andererseits der zeitliche Verlauf des Abrufes analysiert, worauf im Folgenden genauer eingegangen wird.

3.1 Analysen der seriellen Positionskurven beim Erinnern von verbal enkodierten und ausgeführten Handlungen

Die Teilnehmer einer Studie zum Handlungseffekt können die erlernten Handlungen in beliebiger Reihenfolge erinnern. Bildet man in einer seriellen Positionskurve die Items mit Blick auf ihre Präsentationsabfolge ab, kann anhand dieser Kurven geprüft werden, welche Items ein Proband häufiger und welche er weniger oft erinnert. Dabei bezeichnen der Primacy- und der Recency-Effekt das in der Gedächtnisforschung häufig beobachtete Phänomen, dass die ersten bzw. die letzten Items einer zu erlernenden Liste häufiger behalten werden als die mittleren Items. Die Analysen der Itemabfolge beim Erinnern liefern wichtige Informationen darüber, welche unterschiedlichen Prozesse in Abhängigkeit von der Enkodierbedingung beim Lernen und Erinnern von Handlungsphrasen beteiligt sind. Sieht man sich diesen Erinnerungsverlauf in Abhängigkeit von der Enkodierbedingung genauer an, so sind neben den quantitativen Unterschieden in der Leistung auch qualitative Unterschiede in Bezug auf das Vorgehen erkennbar. Es zeigt sich, dass SPT und VT sich genau hierin

unterscheiden (z.B. Bäckman & Nilsson, 1984, 1985; Cohen, 1983; Seiler & Engelkamp, 2003; Zimmer, Helstrup, & Engelkamp, 2000).

Kahana, Howard, Zaromb und Wingfield (2002) zeigten, dass der Recency-Effekt nach verbalem und handelndem Enkodieren gefunden wird, während der Primacy-Effekt lediglich bei verbalem Lernen zu finden ist. Knopf (2005) konnte zudem nachweisen, dass nach SPT-Lernen besonders die mittleren Items einer zu lernenden Liste profitieren. Normalerweise werden die Items der mittleren Positionen der dargebotenen Liste relativ zu den anderen weniger häufig erinnert, aber nach handelndem Enkodieren liegt der Durchschnitt der erinnerten mittleren Items höher als bei verbalem Lernen.

Als Erklärung für den Primacy-Effekt wird meist strategisches Enkodieren genannt, das so genannte „Rehearsal“ (vgl. z.B. Cohen, 1981, 1983; Rundus, 1971): Beim Erlernen einer Liste werden die ersten zu erlernenden Items häufiger im Kopf wiederholt oder „rehearsed“ als die folgenden. Aus diesem Grund werden sie intensiver enkodiert und können daher auch besser wieder abgerufen werden (z.B. Glanzer & Cunitz, 1966). Cohen (1983) interpretierte daher das Fehlen des Primacy-Effektes nach handelndem Enkodieren als einen Hinweis für dessen nicht-strategischen Enkodierprozess. In einer Studie, die Cohen (1985) zur Untersuchung der seriellen Positionseffekte durchführte, variierte er systematisch das Inter-Item-Intervall, also den zeitlichen Abstand zwischen der Präsentation von zwei Items. Während die Summe der durchschnittlich erinnerten Items beim SPT-Lernen unverändert blieb, zeigt eine Analyse der seriellen Positionseffekte bei steigendem Inter-Item-Intervall von 1-2 Sekunden auf 5-10 Sekunden einen Primacy-Effekt für das 5-Sekunden-Intervall, der für das 10-Sekunden-Intervall noch deutlicher ausgeprägt war. Cohen (1985) schließt daraus, dass bei einem größeren Inter-Item-Intervall auch beim handelnden Enkodieren Strategien genutzt werden. Diese führen zu einem Primacy-Effekt, der sich aber wiederum negativ auf die mittleren Items der Liste auswirkt, von denen dann weniger erinnert werden. Daher verändert sich die Anzahl der insgesamt erinnerten Items nicht. Das Ausbleiben des Primacy-Effektes nach handelndem Enkodieren und somit der Hinweis für nicht-strategische Informationsverarbeitung unter dieser Enkodierbedingung ist demnach auf den experimentellen Fall eines kleinen Inter-Item-Intervalls zu beschränken (Cohen, 1989a). Diese Annahmen vertritt auch Helstrup (1986, 1987), der von einem Problemlöseansatz ausging und postulierte, dass in Abhängigkeit von der Schwierigkeit der Aufgabe auch bei handelndem Enkodieren strategisch vorgegangen werden könnte. Sei die Gedächtnisaufgabe

sehr leicht, so würde – außer dem Handeln an sich – keine weitere Strategie zum Einsatz kommen (Helstrup, 1986, 1987). Auch Earles (1996), die in ihrer Studie keinen Primacy-Effekt für SPT fand, führte dieses Ergebnis wie Cohen (1981) oder Bäckman und Nilsson (1984) darauf zurück, dass bei SPT Prozesse wie Rehearsal keine Rolle spielen. Eine weitere Erklärungsmöglichkeit für den fehlenden Primacy-Effekt bei SPT ist nach Earles (1996) jedoch auch, dass eventuell aufgrund der Handlungsausführung keine Zeit für die Wiederholung der Items bleibt. Earles (1996) vermutet, dass ihre Befunde darauf hindeuten, dass der gedächtnisfördernde Effekt des SPT auf das effektive Vorgehen beim Abruf und nicht auf die Enkodierphase zurückgeführt werden kann. Dies behaupten auch Zimmer, Helstrup und Engelkamp (2000), die in mehreren Studien den Abrufprozess genauer betrachteten und Rückschlüsse auf den Recency-Effekt machten, den sie als einen Effekt von nicht-strategischen Prozessen sehen. Ihre Vermutung ist, dass der Gedächtnisvorteil des handelnden Enkodierens auf einen verbesserten, automatisch ablaufenden Abrufprozess zurückzuführen ist, den so genannten „Pop-out-Mechanismus“. Dieser passiv ablaufende Prozess basiert darauf, dass gerade erlernte Items in das Gedächtnis vordringen („aufpoppen“), wenn der Teilnehmer an die nahe Vergangenheit zurückdenkt (Zimmer et al., 2000). Welche Items aus dem Gedächtnis „aufpoppen“, hängt von der Qualität der Gedächtnisspur ab. SPT hat einen Einfluss auf diese Qualität und beeinflusst den Abrufprozess dahingehend, dass der „Pop-out-Mechanismus“ verstärkt wird: Zimmer, Helstrup und Engelkamp (2000) gehen davon aus, dass starke item-spezifische Information nach handelndem Enkodieren zu einer besonders qualitativ hochwertigen Gedächtnisspur führt, welche beim Abruf automatisch wieder aus dem Gedächtnis „auftaucht“. Während nach verbalem Lernen eine gerichtete Suche abläuft, findet nach handelndem Lernen der automatisch ablaufende Abrufprozess statt. Dieser „Pop-out-Mechanismus“ tritt am stärksten für die Items auf, die unmittelbar zuvor erlernt wurden. Jedes neu hinzukommende Item verringert die Wahrscheinlichkeit für ein automatisches „Aufpoppen“ dieses Items. Daher wird die Wirkung des „Pop-out-Mechanismus“ besonders deutlich am Ende einer Liste, da die letzten Items gerade erst erlernt wurden und daher sehr wahrscheinlich aufgrund des verbesserten, automatischen Abrufprozesses abgerufen werden können. Das Handeln während der Enkodierphase erhöht nach Zimmer et al. (2000) die Effektivität des „Pop-out-Mechanismus“. Zusätzlich führt auch die item-spezifische Information während des handelnden Enkodierens dazu, dass die abgespeicherten Gedächtniseinträge gut voneinander

zu unterscheiden sind. Dieses wird oft als Erklärung dafür herangezogen, dass es beim handelnden Enkodieren auch zu einem verlängerten Recency-Effekt kommt, der mehr Items umfasst als der Recency-Effekt nach verbalem Enkodieren (Zimmer, Helstrup, & Engelkamp, 2000). In verschiedenen Studien konnten Zimmer und Kollegen (2000) zeigen, dass nach handelndem Enkodieren der Recency-Effekt vergrößert ist und dies auf Handeln zurückzuführen und keine Konsequenz einer aktiven Suchstrategie ist, da automatische Prozesse dafür wesentlich sind.

An dem Vorgehen von Zimmer et al. (2000) übten Seiler und Engelkamp (2003) Kritik: Sie gingen davon aus, dass das item-spezifische Enkodieren sowie der so genannte „Pop-Out-Mechanismus“⁴ nicht spezifisch seien für das handelnde Enkodieren. Nach Seiler und Engelkamp (2003) muss vielmehr untersucht werden, wie sich das item-spezifische und das relationale Enkodieren und dadurch auch die Form der seriellen Positionskurven nach anderen Enkodiervariationen oder für anderes Itemmaterial verändern. Diese Überlegungen wurden von Zimmer et al. (2000) nicht berücksichtigt. In drei Experimenten zeigten Seiler und Engelkamp (2003), dass die seriellen Positionskurven nach verbalem und handelndem Enkodieren zwar unterschiedlich sind, sich aber in ihrer Form aneinander angleichen, wenn der Fokus auf item-spezifischer Enkodierung liegt. In einem der von Seiler und Engelkamp (2003) durchgeführten Experimente bekamen die Teilnehmer hierfür eine zusätzliche Aufgabe: Sie mussten die zu erlernenden Items bewerten, was die item-spezifische Enkodierung fördert. In diesem Fall verändert sich lediglich die Form der seriellen Positionskurve von VT, da der Primacy-Effekt verschwindet und der Recency-Effekt größer wird. In einem weiteren Experiment wurde gezeigt, dass dieser Effekt sowohl für das Lernen von Handlungsphrasen als auch für das Lernen von Nomen gilt (Seiler & Engelkamp, 2003). Diese Ergebnisse demonstrieren, dass die Form der seriellen Positionskurve nicht spezifisch ist für SPT-Lernen. Die Art des Enkodierens übt einen Einfluss darauf aus, welche Abrufsstrategie herangezogen wird. Das item-spezifische Enkodieren schränkt das relationale Enkodieren ein und verkleinert dabei den Primacy-Effekt, während der Recency-Effekt vergrößert wird. Der Handlungseffekt an sich ist dabei jedoch von der Zusatzaufgabe mit Fokussierung auf item-spezifischer Enkodierung unabhängig, da der Gedächtnisvorteil gegenüber dem rein verbalen Enkodieren auch mit dieser Aufgabe bestehen bleibt. Zudem ist

⁴ Seiler und Engelkamp (2003) ziehen es zusätzlich auch vor, nicht vom „Pop-out-Mechanismus“ zu reden, sondern von einem auf der Unterscheidbarkeit der Items beruhenden Abrufprozess. Dadurch wird nicht festgelegt, ob dieser Abrufprozess automatisch oder aber strategisch ist (Seiler & Engelkamp, 2003).

der Recency-Effekt nach handelndem Enkodieren ausgeprägter als nach verbalem. Obwohl sich die seriellen Positionskurven nach verbalem und handelndem Lernen durch eine Zusatzaufgabe annähern lassen, scheint es demnach dennoch so zu sein, dass die durch SPT-Lernen erhaltene item-spezifische Information auf eine Art und Weise besonders effektiv zu sein scheint (Seiler & Engelkamp, 2003).

Auch in Bezug auf Altersunterschiede wurden die seriellen Positionskurven untersucht. Sowohl der Primacy- als auch der Recency-Effekt wurden bei Probandengruppen unterschiedlichen Alters gefunden: Obwohl jüngere Teilnehmer quantitativ bessere Ergebnisse liefern als ältere, scheint sich die Form der seriellen Erinnerungskurve für die unterschiedlichen Altersgruppen nicht zu unterscheiden (Bäckman, 1984; für VT z.B. Korsnes & Magnussen, 1996). Die Altersunterschiede nach verbalem Enkodieren sowie Enkodieren durch Ausführen haben demnach mit unterschiedlichen Niveaus zu tun, auf denen die beiden Lernkurven in den beiden Altersgruppen liegen.

Inwiefern der Abrufprozess und somit die normalerweise gefundenen Primacy- und Recency-Effekte sich verändern, wenn die Lernaufgabe mehrfach mit neuem Material wiederholt wird, ist noch eine offene Frage. Der Fokus der vorliegenden Arbeit liegt auf der Wiederholungsmessung einer Handlungsgedächtnisaufgabe und untersucht in diesem Zusammenhang auch die Frage, ob sich der Abrufprozess im Verlauf der Sitzungen verändert. Dieses wird im Kapitel 4 „Gegenstand und Fragestellungen der vorliegenden Arbeit“ genauer beschrieben (siehe auch Schatz, Spranger, Kubik & Knopf, im Druck).

3.2 Analysen der Erinnerungszeiten beim Abruf

Die im vorherigen Abschnitt beschriebenen Untersuchungen serieller Positionskurven wurden durchgeführt, um Unterschiede nach verbalem und handelndem Enkodieren zu analysieren und auch mögliche Ursachen für das Auftreten des Handlungseffektes herauszufinden (z.B. Bäckman & Nilsson, 1984, 1985; Cohen, 1983; Seiler & Engelkamp, 2003; Zimmer, Helstrup, & Engelkamp, 2000). In dieselbe Richtung gehen Untersuchungen des Abrufprozesses, die speziell die Abrufzeit oder -geschwindigkeit sowie die Abrufbarkeit

des Materials an sich analysieren. Dieser Forschungsansatz wurde in Bezug auf den Handlungseffekt bisher nur wenig angewandt. Es konnte gezeigt werden, dass Items nach handelndem Enkodieren schneller wieder erkannt werden als nach verbalem (z.B. Daprati, Nico, Saimpont, Franck & Sirigu, 2005; Freeman & Ellis, 2003): Wird die Erinnerungsleistung nach handelndem und verbalem Enkodieren in einem Wiedererkennenstest untersucht, so kann auf die handelnd enkodierten Items schneller zugegriffen werden als auf die verbal gelernten. Knopf und Neidhardt (1989b) führten eine Studie durch, bei der die Zugriffsgeschwindigkeit beim freien Erinnern getestet wurde. Die Studienteilnehmer wurden aufgefordert, die zuvor entweder verbal oder handelnd enkodierten Items niederzuschreiben. Nach 2 Minuten Erinnerungszeit wurden die Probanden gebeten, einen Strich unter das zuletzt aufgeschriebene Item zu ziehen und dann mit der Niederschrift der von ihnen erinnerten Items fortzufahren. Zusätzlich wurde ein verzögerter Abruf nach 10 Minuten und nach 3 bzw. 7 Tagen durchgeführt. Bei der Auswertung der insgesamt erinnerten Items fanden Knopf und Neidhardt (1989b) den erwarteten Handlungseffekt. Weiterhin konnten sie zeigen, dass die Probanden, welche handelnd enkodiert hatten, bereits nach 2 Minuten Erinnerungszeit signifikant mehr Items niedergeschrieben hatten als diejenigen, die verbal gelernt hatten. Nach verzögertem Abruf zeigte sich, dass die handelnd enkodierten Items auch resistenter gegenüber dem Vergessen sind: Vergessensprozesse bei ausgeführten Handlungen traten erst nach längeren Behaltenszeiträumen auf (Knopf & Neidhardt, 1989b). Dieses Ergebnis konnte für kurze Verzögerungszeiten auch in weiteren Studien bestätigt werden (siehe Nilsson, Cohen & Nyberg, 1989; Nyberg, Nilsson & Bäckman, 1992). Für die erste Zeit nach dem Enkodieren der Items scheint die Vergessenskurve demnach für handelnd enkodierte Items weniger stark abzufallen als für verbale (siehe Nyberg, Nilsson & Bäckman, 1992). Die schnelle Zugriffszeit und die langsamer abfallende Vergessenskurve können ein Hinweis darauf sein, dass aufgrund der beim handelnden Lernen verbesserten item-spezifischen Information die Unterscheidbarkeit der Items erhöht ist. Hierfür sprechen auch die Ergebnisse einer Studie von Earles und Kersten (2002) zum intentionalen Vergessen. Handelnd enkodierte Items waren schwerer intentional zu vergessen als verbales Material, was auch auf die starke item-spezifische Information zurückgeführt wurde: Während der Handlungsausführung wird sowohl die Aufmerksamkeit bezüglich des zu erlernenden Items erhöht als auch dessen Interpretation (siehe Earles & Kersten, 2002).

Spranger, Schatz und Knopf (2008) untersuchten in Bezug auf die oben geschilderten theoretischen Überlegungen den unterschiedlichen zeitlichen Verlauf beim Erinnern von handelnd im Vergleich zu verbal erlerntem Material. Das Hauptinteresse galt dabei der Abrufgeschwindigkeit der enkodierten Items in Abhängigkeit von der jeweiligen Enkodierbedingung. Ziel der Untersuchung war eine zeitlich begründete Erklärung des Handlungseffektes: Die zeitliche Analyse des Abrufes sollte untersuchen, ob der Handlungseffekt aufgrund des besser und schneller abzurufenden und dadurch vergessensresistenteren Itemmaterials begründet werden kann und nicht dadurch, dass wirklich mehr handelnd enkodierte Items im Vergleich zu verbal erlernten gespeichert wurden (Spranger et al., 2008). Auf diese Fragestellung und die Ergebnisse dieser Analyse wird in den folgenden Kapiteln genauer eingegangen werden.

4 Gegenstand und Fragestellungen der vorliegenden Arbeit

Für die vorliegende Arbeit waren mehrere theoretische Aspekte von Bedeutung: Die Veränderung des Leistungsniveaus nach multiplem Testen mit jeweils neuem Lernmaterial sollte enkodierbedingungs- und altersabhängig untersucht werden. Die dabei gefundenen Effekte sollten auch hinsichtlich ihrer Stabilität über einen längeren Zeitraum untersucht werden. Weiterhin sollte überprüft werden, ob eine Analyse des Abrufes Hinweise auf die Erklärung des Handlungseffektes bieten kann, wofür die seriellen Positionskurven des Abrufes sowie der zeitliche Verlauf des Abrufes untersucht wurden. Daraus ergaben sich sechs Fragestellungen, die im Folgenden genauer beschrieben werden.

Bei der ersten Frage ging es um die Untersuchung des „*Effektes der Übung*“: Gibt es Leistungsveränderungen im Leistungsniveau bei multiplem Testen mit jeweils neuem Itemmaterial? Hierfür wurde in der vorliegenden Studie ein Wiederholungsmessungs-Design gewählt, bei der die Teilnehmer in jeder Sitzung neues Lernmaterial erlernen mussten. Alle Teilnehmer bekamen pro Zeitpunkt eine neue Liste mit 30 einfachen Handlungen, die dann entweder verbal oder handelnd gelernt wurden. Es wurden vor allen Dingen positive Leistungsveränderungen erwartet, also eine Steigerung der Gedächtnisleistung im Verlauf der Sitzungen.

Weiterhin stellte sich die Frage der *Enkodierbedingungsunabhängigkeit des „Effektes der Übung“*: Sind von der Lernbedingung unabhängig vergleichbare Leistungsveränderungen zu beobachten, wenn wiederholt unter der gleichen Enkodierbedingung jeweils neue Handlungen erlernt werden? Auch das Gegenteil wäre denkbar, nämlich eine spezifische Leistungsveränderung in Abhängigkeit von der Enkodierbedingung. Es wurde Ersteres erwartet: Die Leistungsveränderungen nach wiederholtem Enkodieren neuen Materials unter derselben Enkodierbedingung würden vergleichbar sein, unabhängig von der Enkodierbedingung. Dieser Befund würde dafür sprechen, dass bei den beiden Formen des verbalen und handelnden Lernens gleiche zugrunde liegende Prozesse beteiligt sind, was wiederum die traditionellen, konzeptuellen Gedächtnistheorien unterstützen würde. Enkodierspezifische Leistungsveränderungen würden eher darauf hinweisen, dass bei den beiden Enkodierbedingungen unterschiedliche Prozesse beteiligt sind, die spezifisch von der Wiederholung profitieren. Dies würde die Annahme der modalitätsspezifischen Kode-Theorien unterstützen und bezweifeln lassen, dass verbales und handelndes Lernen wirklich auf dieselben zugrunde liegenden Prozesse zurückgeht.

Die dritte Frage bezog sich auf die *Altersunabhängigkeit des „Effektes der Übung“*: Sind die Befundmuster der ersten beiden Fragen auch über verschiedene Altersgruppen generalisierbar? Hierfür wurde untersucht, ob die erwartete Leistungssteigerung bzw. der „Effekt der Übung“ bei älteren Teilnehmern genauso zu finden ist wie bei jüngeren. Dieses würde zeigen, dass die Lernfähigkeit erhalten bleibt, auch wenn die Gedächtnisleistung im Vergleich zu Jüngeren schlechter wird. Nach Ribot's Gesetz (Ribot, 1882) wird das konzeptuelle Gedächtnissystem als nicht so altersstabil angenommen wie das motorische System. Bezieht man diese Annahme nun auf die verschiedenen Theorien, die sich mit dem Handlungseffekt auseinandersetzen, so könnten auch hier Rückschlüsse auf die zugrunde liegenden Prozesse gemacht werden: Wird das motorische System als weniger alterssensitiv angenommen (Ribot, 1882; siehe hierzu auch Knopf, 1995) und sollte ein besonders großer Leistungszuwachs in der handelnd enkodierenden Gruppe der älteren Teilnehmer beobachtet werden, so würde dies ein Hinweis auf die Gültigkeit der modalitätsspezifischen Kode-Theorien sein. Ein solches Ergebnis würde zeigen, dass beim handelnden Enkodieren die motorische Information ausschlaggebend für den gedächtnisfördernden Effekt ist (z.B. Engelkamp & Zimmer, 1983, 1984, 1985). Aufgrund des weniger alterssensiblen motorischen Systems für die SPT-Gruppe wären bessere Leistungen beobachtbar. Andererseits würde es

für die Annahme der traditionellen, konzeptuellen Theorien sprechen, wenn bei älteren Teilnehmern in beiden Enkodierbedingungen eine vergleichbare Leistungsveränderung über die verschiedenen Messungen zu beobachten wäre. Dieses Ergebnis würde dafür sprechen, dass die motorische Komponente nicht die kritische beeinflussende Größe wäre. Letzteres wurde in der vorliegenden Studie erwartet.

Die vierte Fragestellung befasste sich mit dem *Erhalt des Leistungsniveaus* nach handelndem und verbalem Lernen: Bleibt die erwartete Leistungssteigerung auch nach einem halben Jahr Pause bestehen, in dem die Probanden die Handlungsgedächtnisaufgabe nicht ausführten? Wie Experimente von Knopf (1992b) zeigten, scheinen Handlungen nach einer Verzögerungszeit von Stunden bzw. Tagen nach verbalem Enkodieren schneller vergessen zu werden als nach handelndem. In der vorliegenden Arbeit ging es um die Erinnerung an die Aufgabe an sich. Es wurde erwartet, dass die erwartete Leistungssteigerung auch nach einem halben Jahr Pause bestehen bleibt, die Probanden demnach die Erinnerung an den „optimalen Umgang“ mit der Aufgabe nicht vergessen. Es sollte überprüft werden, ob dies alters- und enkodierbedingungsunabhängig zutrifft.

Bei der fünften und sechsten Fragestellung ging es um das *Abrufverhalten*: Es wurden *serielle Positionskurven* sowie der *zeitliche Verlauf* des Abrufes nach handelndem und verbalem Lernen sowie in verschiedenen Altersgruppen untersucht. Das Ziel dieser Untersuchungen war es, Hinweise auf die dem Handlungseffekt zugrunde liegenden Prozesse zu bekommen. Bei der Betrachtung von seriellen Positionskurven nach handelndem und verbalem Lernen wurden Unterschiede gefunden (z.B. Bäckman & Nilsson, 1984, 1985; Cohen, 1983; Seiler & Engelkamp, 2003; Zimmer, Helstrup, & Engelkamp, 2000), die Hinweise auf unterschiedliches Vorgehen bei der jeweiligen Enkodierart geben. In der vorliegenden Studie wurde die Analyse der seriellen Positionskurven genutzt, um die möglichen Ursachen von Handlungs-, Alters- und Wiederholungsmessungseffekten zu untersuchen. Auch die zeitlichen Analysen des Abrufes sollten Hinweise auf Handlungs- und Alterseffekt liefern.

5 Studienaufbau

Zur Untersuchung der im vorherigen Abschnitt beschriebenen Fragestellungen wurden zunächst vier Erhebungstermine mit wöchentlichem Abstand geplant und durchgeführt⁵. Der fünfte Termin diente der Frage der zeitlichen Stabilität der gefundenen Effekte. Zu diesem Termin wurde nach einem halben Jahr Abstand eingeladen, vorher wussten die Teilnehmer nicht von dieser erneuten Testung und Erhebung.

Um die beschriebenen Fragen zu untersuchen, wurden zwei verschiedene Altersgruppen ausgewählt. In jeder der beiden Altersgruppen wurde jeweils die Hälfte der Teilnehmer zufällig der verbalen, die andere Hälfte der handelnden Lernbedingung zugeteilt. Daraus ergab sich ein 2 x 2-Design mit Wiederholungsmessung, wie der folgenden Abbildung zu entnehmen ist.

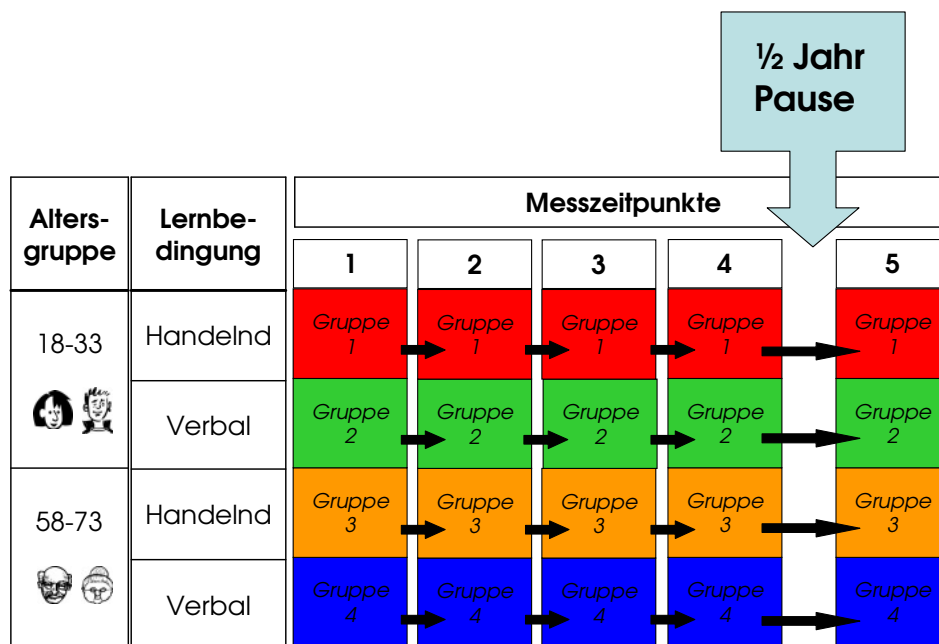


Abbildung 2: Design der Studie

⁵ Zur Untersuchung der zeitlichen Abläufe beim Abruf war das experimentelle Vorgehen dem hier beschriebenen ähnlich, allerdings wurde keine Mehrfachmessung durchgeführt. Das genaue methodische Vorgehen und die Beschreibung der Studienteilnehmer kann dem Artikel von Spranger et al. (2008) entnommen werden.

6 Die Teilnehmer der Studie

In die Auswertungen wurden lediglich Datensätze von Teilnehmern übernommen, die zu allen vier Anfangsterminen gekommen waren. Diese Gesamtstichprobe setzte sich aus 112 erwachsenen Probanden zusammen, nämlich aus 56 jüngeren Teilnehmern im Alter zwischen 18 und 33 Jahren sowie 56 älteren Teilnehmern im Alter zwischen 58 und 73 Jahren. Den fünften, für alle Studienteilnehmer vorher nicht eingeplanten Termin konnten allerdings nicht alle wahrnehmen. Deshalb fiel die Stichprobe hier kleiner aus und umfasste 92 Personen, davon 39 jüngere und 53 ältere Probanden.

Die Mehrzahl jüngerer Probanden waren Studierende der Goethe-Universität in Frankfurt, während die älteren Teilnehmer teilweise Studierende der Universität des dritten Lebensalters der Goethe-Universität waren, aber auch in Freizeitclubs in Frankfurt und Umgebung angesprochen wurden, ob sie nicht an der Studie teilnehmen könnten. Bei einem Vergleich der Ausbildungsjahre zwischen den jüngeren und älteren Teilnehmern zeigte sich kein signifikanter Unterschied. Beide Altersgruppen wiesen einen hohen Bildungsgrad auf, wodurch sie vergleichbar sind. Von daher sprechen die Ergebnisse dieser Studie allerdings auch nur für diese Gruppe der Personen mit hohem Bildungsstand.

7 Durchführung

In jeder der beiden Altersgruppen wurde die Hälfte der Probanden per Zufall einer der beiden Lernbedingungen (verbal oder handelnd) zugeteilt.

Alle Probanden kamen zunächst zu vier Einzelsitzungen, die mit einem Abstand von einer Woche durchgeführt und in denen unter Anleitung der Verfasserin dieser Arbeit (oder in Ausnahmefällen einer Vertretung) unterschiedliche Aufgaben gelöst wurden. Eine einzelne Sitzung dauerte zwischen 30 und 45 Minuten. Zunächst wurde die Handlungsgedächtnisaufgabe durchgeführt. Auf einem Computerbildschirm wurden 30 einfache Handlungsphrasen jeweils für 6 Sekunden dargeboten, zwischen den Handlungsphrasen war eine Pause von jeweils 2 Sekunden. Die Teilnehmer hatten die Aufgabe, sich möglichst viele dieser Handlungsphrasen zu merken. In der verbalen

Lernbedingung wurden die Handlungsphrasen laut vorgelesen, in der handelnden sollte die jeweilige Handlung zusätzlich pantomimisch ausgeführt werden. Im Anschluss an die Präsentation wurden die Teilnehmer aufgefordert, so viele Handlungsphrasen wie möglich wiederzugeben. Dabei wurden die Erinnerungen auf Tonband aufgenommen, um eine spätere genaue Auswertung möglich zu machen.

Im Anschluss wurden weitere kleinere Aufgaben durchgeführt. Dabei handelte es sich um den Wortschatztest, den Zahlensymboltest sowie den Gedächtnisspannentest aus dem HAWIE (*H*Amburg *W*echsler *I*ntelligenztest für *E*rwachsene, Tewes, 1991), das *Frankfurter Aufmerksamkeits-Inventar (FAIR, Moosbrugger & Oehlschlägel, 1996)* sowie einen episodischen Gedächtnistest aus dem *IST (Intelligenz Struktur Test, Amthauer, Brocke, Liepmann, & Beauducel, 2001)*. Diese zusätzlichen Aufgaben zeigten, wie gut die Teilnehmer in den Bereichen des Wortschatzes, der Gedächtnisspanne, des episodischen Gedächtnisses, der Konzentration und der Aufmerksamkeit waren. Dadurch konnte überprüft werden, ob die Teilnehmergruppen (ältere, jüngere, handelnd bzw. verbal Lernende) hinsichtlich dieser Kontrollmaße miteinander vergleichbar waren. Bei dem Vergleich der verbalen und der handelnden Lernbedingung wurden in beiden Altersgruppen diesbezüglich keine Unterschiede gefunden. Jedoch erreichten die jüngeren Probanden beim *FAIR (Moosbrugger & Oehlschlägel, 1996)* sowie beim *IST (Brocke et al., 2001)* bessere Leistungen. Für die Kriteriumsleistung in der vorliegenden Studie ist dieses jedoch nicht von Bedeutung, da dieser Unterschiede zwischen jüngeren und älteren Teilnehmer bereits in anderen Studien herausgefunden wurden. Insgesamt konnte aufgrund der Ergebnisse davon ausgegangen werden, dass die Teilnehmergruppen miteinander vergleichbar waren (siehe Schatz, Spranger & Knopf, 2010).

Die fünfte Sitzung, zu welcher nach einem halben Jahr eingeladen wurde, war ebenso wie die vier vorangegangenen Sitzungen aufgebaut: Zunächst wurde die Handlungsgedächtnisaufgabe durchgeführt, wobei die Probanden in der Enkodierbedingung lernten, der sie auch bei den ersten vier Sitzungen zugeteilt waren. Im Anschluss an die Erinnerungsphase wurden auch bei dieser Sitzung wieder zusätzliche Tests durchgeführt (siehe Schatz et al., 2010).

II. Überblick über die für die Disputation relevanten Veröffentlichungen

(die Veröffentlichungen sind dem Anhang zu entnehmen)

Veröffentlichung 1

Schatz, T. R., Spranger, T. & Knopf, M. (2010). Is there a memory profit after repeated learning of subject-performed actions? Comparing direct and long-term memory performance level as function of age. *Scandinavian Journal of Psychology*, 51, 465-472.

Veröffentlichung 2

Schatz, T. R., Spranger, T., Kubik, V., & Knopf, M. (im Druck). Exploring the enactment effect from an information processing view: What can we learn from serial position analyses? *Manuskript im Druck*.

Veröffentlichung 3

Spranger, T., Schatz, T. R., & Knopf, M. (2008). Does action make you faster? - A retrieval-based approach to investigating the origins of the enactment effect. *Scandinavian Journal of Psychology*, 49, 487-495.

III. Diskussion

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit bestätigen sowohl den Handlungs- als auch den Alterseffekt (Veröffentlichung 1: Schatz et al., 2010). Handelndes Enkodieren führt bei jüngeren und älteren Erwachsenen zu einer besseren Gedächtnisleistung des zu erlernenden Materials (Handlungseffekt) als verbales Enkodieren. Generell zeigen jedoch die jüngeren Teilnehmer unabhängig von der Enkodierbedingung eine bessere Gedächtnisleistung als die Älteren (Alterseffekt). Diese beiden Ergebnisse waren zu erwarten und bestätigen erneut den Handlungs- sowie den Alterseffekt, die in vielen Vorgängerstudien gezeigt wurden.

Neu an der vorliegenden Studie ist allerdings das Messwiederholungs-Design, welches eingesetzt wurde, um den Handlungs- und Alterseffekt nach wiederholtem Lernen und Erinnern zu untersuchen: Da die Probanden entweder wiederholt verbal oder handelnd neue Handlungslisten erlernten, konnte am Ende von vier Sitzungen überprüft werden, ob eine Veränderung der Leistung bzw. ein „*Effekt der Übung*“ zu beobachten ist. Die Ergebnisse zeigen diesen „*Effekt der Übung*“: Die Wiederholung der Aufgabe mit jeweils neuem Lernmaterial führt zu einer Leistungssteigerung bei der HandlungsGEDächtnisaufgabe (Veröffentlichung 1: Schatz et al., 2010). Die Fragen der *Enkodierbedingungsunabhängigkeit* und *Altersunabhängigkeit des „Effektes der Übung“* können anhand der Ergebnisse ebenfalls beantwortet werden: Weder ein enkodierspezifischer noch ein altersspezifischer Lernzuwachs kann gefunden werden, die Leistungssteigerung zeigt sich in allen Untersuchungsgruppen in gleicher Weise (Veröffentlichung 1: Schatz et al., 2010). Diese Leistungssteigerung bleibt auch nach Aufgabenwiederholung nach einem Intervall von einem halben Jahr, in dem die Probanden die HandlungsGEDächtnisaufgabe nicht ausführten und auch nicht mit der Messwiederholung rechneten, bestehen. Demnach kann auch die Frage nach dem *Erhalt des Leistungsniveaus* beantwortet werden: Die Ergebnisse der Langzeit-Wiederholungs-Messung zeigen, dass die Teilnehmer aller Gruppen ihr Leistungsniveau, welches sie in der vierten Sitzung erreicht haben, auch bei der fünften Sitzung beibehalten (Veröffentlichung 1: Schatz et al., 2010).

Wie können diese Ergebnisse interpretiert werden? Zunächst einmal beleuchtet der Befund, dass der „*Effekt der Übung*“ bzw. die Leistungssteigerung nach Lernwiederholung sowohl nach verbalem als auch nach handelndem Enkodieren analog gezeigt werden kann (Veröffentlichung 1: Schatz et al., 2010), den Handlungseffekt aus einem neuen Blickwinkel:

In bisherigen Untersuchungen wurde die Gedächtnisleistung nach handelndem Enkodieren in der Regel nach nur einer Messung mit der Leistung nach verbalem Enkodieren verglichen. In der vorliegenden Studie zeigt sich aufgrund des Wiederholungsmessungsdesigns, dass das Gedächtnis für einfache Handlungen nicht allein durch handelndes Enkodieren, sondern auch durch eine Wiederholung der Aufgabe verbessert werden kann. Handelndes Enkodieren führt also nicht automatisch zu einer optimalen Gedächtnisspur. Demnach kann es nicht wie von Cohen beschrieben als „optimale Form“ des Enkodierens angesehen werden (Cohen, 1981, 1983, 1989a). Dieses begründet sich dadurch, dass auch, wenn handelndes Enkodieren im Vergleich zu verbalem Enkodieren die Gedächtnisleistung in diesem Bereich verbessert, eine noch stärkere Leistungsverbesserung durch zusätzliche Lernwiederholung erreicht werden kann. Das *verbesserte Leistungsniveau* bleibt zudem *erhalten*, was für die Dauer eines halben Jahres, in dem die Aufgabe nicht erneut durchgeführt wurde, gezeigt werden konnte. Die Teilnehmer merken sich anscheinend, wie sie optimal mit der Handlungsgedächtnisaufgabe umzugehen haben. Dieses Wissen bleibt unabhängig von weiterem Training oder weiterer Wiederholung bestehen.

Weiterhin zeigt die *Enkodierbedingungsunabhängigkeit des „Effektes der Übung“*, dass der Leistungszuwachs nach Wiederholung der Aufgabe sowohl beim handelnden als auch beim verbalen Lernen vergleichbar ist (Veröffentlichung 1: Schatz et al., 2010). Dieses Ergebnis unterstützt die theoretischen Überlegungen Nybergs (1995), der davon ausgeht, dass für die zugrunde liegenden Prozesse beim verbalen und handelnden Enkodieren keine unterschiedlichen Prozesse verantwortlich sind, wie es bei den modalitätsspezifischen Kode-Theorien (z.B. Cohen, 1981, 1983, 1989a; Bäckman & Nilsson, 1984, 1985; Engelkamp & Zimmer, 1983, 1984) angenommen wird. Das handelnde Enkodieren führt zwar generell zu einer besseren Gedächtnisleistung als das verbale, allerdings sind für die beiden Enkodierbedingungen kaum spezifische quantitative Zuwachsmuster erkennbar. Dieser parallele Anstieg der Gedächtnisleistung in beiden Enkodierbedingungen spricht für die traditionellen konzeptuellen Gedächtnistheorien, da es keine quantitativen Unterschiede zwischen dem handelnden und dem verbalen Lernen gibt. Auch die Befunde hinsichtlich des *Erhalt des Leistungsniveaus* unterstützen diese theoretischen Überlegungen: In der fünften Sitzung wird das durch Wiederholung erhöhte Leistungsniveau enkodiertypunabhängig gefunden (Veröffentlichung 1: Schatz et al., 2010). Sowohl die verbal als auch die handelnd

lernenden Teilnehmer behalten das hohe Leistungsniveau bei, welches sie nach den ersten vier Sitzungen erreicht hatten. Dieser Befund zeigt, dass die Verarbeitung der Informationen nach handelndem und verbalem Lernen nicht qualitativ unterschiedlich ist, sondern eher quantitativ unterschiedliche Gedächtnispfade zu generieren scheint, was erneut für die traditionellen konzeptuellen Gedächtnistheorien spricht.

In Bezug auf die *Altersunabhängigkeit des „Effektes der Übung“* zeigen die Ergebnisse die Plastizität des Gedächtnisses für Handlungen. Auch der *Erhalt des Leistungsniveaus* kann sowohl bei den jüngeren als auch bei den älteren Teilnehmern gezeigt werden. Dieses sind sehr wichtige Ergebnisse der vorliegenden Arbeit, welche auch praktische Implikationen nach sich ziehen: Das Gedächtnis Älterer ist dauerhaft verbesserbar durch unterschiedliche Maßnahmen wie beispielsweise durch Handeln und Wiederholung. Allerdings führen weder das handelnde Lernen noch die Wiederholung der Aufgabe zu einer Verringerung des Leistungsunterschiedes zwischen jüngeren und älteren Teilnehmern. Die altersbedingten Leistungsunterschiede sind auch nach Wiederholung des Lernens in beiden Enkodierbedingungen vergleichbar. Es bestehen demnach Grenzen der Gedächtnissteigerung im Alter und es stellt sich die Frage nach den Ursachen für die durch das Alter bedingten Unterschiede in der Leistung: Warum erreichen Ältere im Mittel nicht das Leistungsniveau wie Jüngere bei der durchgeführten Aufgabe? Eine mögliche Erklärung bietet Salthouse (1996), der von einer generellen Verlangsamung der Geschwindigkeit beim Ausführen kognitiver Leistungen ausgeht (siehe auch Dunlosky & Salthouse, 1996; Verhaeghen & Salthouse, 1997). Eine weitere Ursache könnte das Nachlassen bestimmter sensorischer und kognitiver Fähigkeiten im Alter sein, was sich wiederum negativ auf das Lernen und das Gedächtnis auswirkt (z.B. Anstey, Hofer & Luszcz, 2003; Christensen, Mackinnon, Korten & Jorm, 2001; Lindenberger & Baltes, 1994; Lövdén & Wahlin, 2005). Lernen und Gedächtnis wären in diesem Fall optimierbar, aber das Niveau Jüngerer nicht erreichbar. Diese beiden Sichtweisen sind aufgabenunabhängig und stellen eher pessimistische Erklärungsansätze dar, da die beschriebenen Veränderungen irreversibel sind und daher auch durch Training nicht rückgängig gemacht werden können. Demgegenüber stehen Erklärungsansätze, die sich auf die Aufgabe an sich beziehen. Hier wäre beispielsweise der Ansatz von Hasher und Zacks (1988) zu nennen, der von im Alter schlechter werdenden Inhibitionsprozessen ausgeht: Ältere Teilnehmer verarbeiten bei der Aufgabenausführung zu viele unwichtige Dinge mit. Auch der *Erhalt des Leistungsniveaus* trägt zur Klärung möglicher Ursachen für die

altersbedingten Leistungsunterschiede bei: Sowohl ältere als auch jüngere Teilnehmer können das durch Wiederholung erreichte, höhere Leistungsniveau beim Erlernen von Handlungen beibehalten, obwohl ein halbes Jahr lang keinerlei Training mit der Handlungsgedächtnisaufgabe stattgefunden hat. Dieses Ergebnis zeigt, dass die Gründe altersbedingter Unterschiede in der Gedächtnisleistung quantitativ zu sein scheinen, da der Erhalt des gesteigerten Leistungsniveaus altersunabhängig gefunden wird. Allerdings ist erkennbar, dass die älteren Gruppen einen nicht signifikanten, leichten Abfall des Leistungsniveaus von der vierten zur fünften Sitzung zeigen (Veröffentlichung 1: Schatz et al., 2010). Hier müssen weitere Forschungsarbeiten folgen, die den Erhalt des gesteigerten Leistungsniveaus über längere Zeit im Hinblick auf Altersunterschiede erneut untersuchen und auch die Frage klären, wie lang der Erhalt eines erhöhten Leistungsniveaus insgesamt feststellbar ist. Nachfolgestudien müssen auch der Frage weiter nachgehen, warum Ältere das Niveau Jüngerer nicht erreichen, obwohl förderliche Effekte, wie etwa in der vorliegenden Arbeit, nachgewiesen werden können.

Für die Untersuchung des *Abrufverhaltens* wurden die *seriellen Positionskurven* beim Erinnern betrachtet (Veröffentlichung 2: Schatz, Spranger, Kubik & Knopf, im Druck). Dabei ging es um die Fragen, ob anhand der Unterschiede serieller Positionskurven, welche in der Literatur beschrieben werden und auch für die Daten der vorliegenden Arbeit gezeigt werden können (Primacy- und Recency-Effekte bei VT sowie verlängerter Recency-Effekt bei SPT), erstens der Handlungs- und zweitens der Alterseffekt sowie drittens die Leistungsveränderungen im Verlauf der Sitzungen erklärt werden können.

Bezüglich des *Handlungseffektes* zeigen die Vergleiche der Daten von VT und SPT für die erste Sitzung den starken Effekt des handelnden Enkodierens auf die letzten Items der zu lernenden Liste (Veröffentlichung 2: Schatz et al., im Druck). Demnach führt das handelnde Enkodieren altersunabhängig zu einem Vorteil der Erinnerungsleistung der letzten Items einer Liste (erweiterter Recency-Effekt), was auf einen automatischen „Pop-out“ als Abrufmechanismus hindeutet (Zimmer et al., 2000). Die beim handelnden Enkodieren generierte item-spezifische Information scheint demnach unter dieser Enkodierbedingung besonders effektiv zu sein und dadurch den Handlungseffekt zu bewirken, was die Annahmen von Seiler und Engelkamp (2003) bestätigt. Die in dieser Arbeit gefundenen Ergebnisse sprechen dafür, dass der Handlungseffekt lediglich durch die letzten Items der Liste bedingt

ist und nicht durch eine bedeutsame Verbesserung der Erinnerungsleistung für die mittleren Items der Itemserie (siehe Knopf, 2005).

Die Vergleiche der seriellen Positionskurven hinsichtlich des *Alterseffektes* zeigen, dass pro Enkodierbedingung für nur jeweils eine der letzteren seriellen Positionen ein signifikanter Altersunterschied gefunden wird (Veröffentlichung 2: Schatz et al., im Druck). Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass der Alterseffekt in der handelnden und der verbalen Lernbedingung auf unterschiedlichen Positionen der seriellen Erinnerungskurven liegt. Für die handelnde Enkodierbedingung konnte hierbei gezeigt werden, dass der Alterseffekt eher ein Effekt ist, der sich in den letzteren seriellen Positionen zeigt. Weiterhin scheinen Ältere in beiden Enkodierbedingungen beim Erinnern der erlernten Handlungsphrasen nicht weniger strategisch vorzugehen als Jüngere. Hier müssen weitere Forschungsarbeiten folgen, die diesen Befund genauer untersuchen.

Bei der Betrachtung der seriellen Positionskurven hinsichtlich der Erklärung des *Leistungszuwachses* zwischen den vier Wiederholungssitzungen zeigt sich, dass bei VT und SPT ein signifikanter Anstieg in den mittleren Positionen der seriellen Positionskurven zu verzeichnen ist (Veröffentlichung 2: Schatz et al., im Druck). Zusätzlich kann bei der verbal lernenden Teilnehmergruppe ein signifikanter Anstieg in den letzten sechs Itempositionen festgestellt werden, was für eine Steigerung der item-spezifische Verarbeitung der zu lernenden Items spricht. In der handelnden Enkodierbedingung findet jedoch keine Veränderung des Vorgehens beim Enkodieren statt: Auch nach einer mehrfachen Wiederholung der Lernaufgabe scheinen die Teilnehmer dieser Bedingung die Items nicht zu wiederholen (Rehearsal), um sie sich besser merken zu können. Allerdings muss bei der Interpretation der Ergebnisse in der SPT-Bedingung bedacht werden, dass der Recency-Effekt bereits in der ersten Sitzung so ausgeprägt war, dass er nicht weiter gesteigert werden konnte. Es scheint eher so zu sein, dass sich dieser verlängerte Recency-Effekt auf weitere Positionen verlängert, da auch die mittleren Itempositionen mit Aufgabenwiederholung signifikant mehr erinnert werden. Insgesamt scheint die Leistungssteigerung bei VT und SPT aufgrund unterschiedlicher Veränderungen zustande zu kommen. Vermutlich sind dieses allerdings typische, jedoch nicht unabänderliche Effekte (z.B. Helstrup, 1986, 1987), was Nachfolgestudien weitergehend klären müssen.

Eine weitere Untersuchung des *Abrufverhaltens*, die Analyse des *zeitlichen Verlaufes* des Abrufes zeigt signifikant unterschiedliches Vorgehen nach handelndem und verbalem Enkodieren (Veröffentlichung 3: Spranger, Schatz & Knopf, 2008). Die durchgeführten Analysen deuten darauf hin, dass nach handelndem Enkodieren nicht lediglich mehr Items abgespeichert werden als nach verbalem Lernen, sondern dass das abgespeicherte Itemmaterial beim SPT-Lernen auch besser zugänglich für den Abruf ist. Dieses mag damit zusammenhängen, dass der Abruf aus dem Gedächtnis nach handelndem Enkodieren schneller zu gehen scheint als nach verbalem. Dadurch könnten weniger Items bis zum Abruf vergessen worden sein (Veröffentlichung 3: Spranger et al., 2008). Auch nach einem um 30 Minuten verzögerten Abruf bleibt die Abrufgeschwindigkeit nach SPT schneller als nach VT. Dieses Ergebnis muss als zusätzliche Erklärungsmöglichkeit für den Handlungseffekt gesehen werden: Es scheint nicht lediglich ein quantitativer Unterschied hinsichtlich der Menge der abgespeicherten Items zwischen VT und SPT zu bestehen. Zusätzlich liegt ein Unterschied bezüglich der Geschwindigkeit vor, in der die Items nach der jeweiligen Enkodierart abgerufen werden können. Wie diese Steigerung der Abrufgeschwindigkeit theoretisch zu erklären ist, muss weitere Forschung auf diesem Gebiet zeigen. Eine mögliche Erklärung hierfür wäre, dass die item-spezifische Information, die beim handelnden Enkodieren entsteht, die Unterscheidbarkeit der enkodierten Items bei SPT im Vergleich zu VT vergrößert, und dadurch die Abrufgeschwindigkeit erhöht wird (siehe Veröffentlichung 3: Spranger et al., 2008; und z.B. Helstrup, 1993; Kormi-Nouri, 1995). Dieses muss jedoch durch Folgearbeiten überprüft werden.

Zukünftige Forschungsarbeiten sollten sich weiterhin mit dem Effekt der Leistungssteigerung nach wiederholtem Lernen mit jeweils neuem Itemmaterial auseinandersetzen und diesen genauer untersuchen. Rönnlund et al. (2005) zeigten beispielsweise, dass der Übungseffekt in Wiederholungsmessungsstudien größer ist, wenn die Intervalle zwischen den einzelnen Sitzungen kleiner sind. Dieser Befund ist auch im Hinblick auf die Ergebnisse der vorliegenden Studie interessant, denn eventuell könnte die Leistungssteigerung mit einem Intervall von mehr als einer Woche reduziert sein. Weiterhin muss untersucht werden, ob eine Erhöhung der Anzahl der Messzeitpunkte mit kürzerem Intervall vielleicht zu einer weiteren Leistungssteigerung führen könnte.

Weiterhin bleibt die Frage offen, ob die Leistungssteigerung, wie in der vorliegenden Arbeit angenommen, wirklich ein Effekt der Lernwiederholung ist oder nicht doch eher ein Effekt des wiederholten Testens. Diese Frage lässt sich anhand des in der vorliegenden Studie ausgewählten Designs nicht beantworten und muss in weiteren Forschungsarbeiten geklärt werden. Hierfür müsste eine Kontrollgruppe eingeführt werden, die das gleiche Prozedere wie alle anderen Gruppen durchlaufen würde, jedoch nur in der ersten und vierten Sitzung getestet werden würde.

Zusammenfassend kann die vorliegende Arbeit zeigen, dass das Niveau der Gedächtnisleistung für einfache Handlungen unabhängig von der Enkodierbedingung und dem Alter verbessert und auch über eine Zeitspanne von einem halbes Jahr auf einem höheren Level beibehalten werden kann. Auf der Theorieebene betrachtet sprechen diese Ergebnisse dafür, dass dem verbalen und handelnden Enkodieren die gleichen Prozesse zugrunde liegen, was den Annahmen der konzeptuellen Theorien entspricht. Die Detailanalysen der vorliegenden Arbeit, bei denen der Erinnerungsverlauf genauer betrachtet wurde, zeigen jedoch, dass handelndes und verbales Enkodieren zu typischen Verlaufsmustern führt. Folgestudien müssen klären, ob es sich hier um typische aber veränderliche Effekte handelt (z.B. Helstrup, 1986, 1987). Weiterhin bestätigen die Analysen der vorliegenden Arbeit, dass das Gedächtnis im Alter längerfristig verbesserbar ist. Dieses Ergebnis hat praktische Bedeutung und sollte in Folgestudien aufgegriffen werden.

IV. Literaturverzeichnis

- Anstey, K. J., Hofer, S. M., & Luszcz, M. A. (2003). Cross-sectional and longitudinal patterns of dedifferentiation in late-life cognitive and sensory function: The effects of age, ability, attrition, and occasion of measurement. *Journal of Experimental Psychology: General, 132*, 470–487.
- Amthauer, R., Brocke, B., Liepmann, D., & Beauducel, A. (2001). *I-S-T 2000 R – Intelligenz-Struktur-Test 2000 R*. Göttingen: Hogrefe.
- Bäckman, L. (1984). *Age differences in memory performance: Rules and exceptions*. Doctoral thesis, University of Umea, Sweden.
- Bäckman, L. (1985a). Compensation and recoding: A framework for aging and memory research. *Scandinavian Journal of Psychology, 26*, 193-207.
- Bäckman, L. (1985b). Further evidence for the lack of adult age differences on free recall of subject-performed tasks: The importance of motor action. *Human Learning, 4*, 79-87.
- Bäckman, L., & Nilsson, L. G. (1984). Aging effects in free recall: An exception to the rule. *Human Learning, 3*, 53-69.
- Bäckman, L., & Nilsson, L. G. (1985). Prerequisites for lack of age differences in memory performance. *Experimental Aging Research, 11*, 67-73.
- Bäckman, L., Nilsson, L. G., & Chalom, D. (1986). New evidence on the nature of the encoding of action events. *Memory and Cognition, 14*, 339-346.
- Bäckman, L., Nilsson, L. G., Herlitz, A., Nyberg, L., & Stigsdotter, A. (1991) Decomposing the encoding of action events: A dual conception. *Scandinavian Journal of Psychology, 32*, 289-299.
- Bäckman, L., Nilsson L. G., & Kormi-Nouri, R. (1993). Attentional demands and recall of verbal and color information in action events. *Scandinavian Journal of Psychology, 32*, 246-254.
- Baddeley, A. (1999). When practice makes perfect. In A. Baddeley, *Human memory, theory and practice*. Hove, England: Psychology Press, Taylor & Francis Group
- Baltes, M. M., Kühl, K.-P., Gutzmann, H., & Sowarka, D. (1995). Potential of cognitive plasticity as a diagnostic instrument: A cross-validation and extension. *Psychology and Aging, 10*, 167-172.

- Brooks, B. M., & Gardiner, J. M. (1994). Age differences in memory for prospective compared with retrospective subject-performed tasks. *Memory and Cognition*, 22, 27-33.
- Christensen, H., Mackinnon, A. J., Korten, A., & Jorm, A. F. (2001). The „Common Cause Hypothesis“ of cognitive aging: Evidence for not only a common factor but also specific associations of age with vision and grip strength in a cross-sectional analysis. *Psychology and Aging*, 16, 588-599.
- Cohen, R. L. (1981). On the generality of some memory laws. *Scandinavian Journal of Psychology*, 22, 267-281.
- Cohen, R. L. (1983). The effect of encoding variables on the free recall of words and action events. *Memory and Cognition*, 11, 575-582.
- Cohen, R. L. (1985). On the generality of laws of memory. In L.-G. Nilsson & T. Archer, *Perspectives on Learning and Memory* (S. 247-277). Hillsdale, New Jersey: Erlbaum.
- Cohen, R. L. (1989a). Memory for action events: The power of enactment. *Educational Psychology Review*, 1, 57-80.
- Cohen, R. L., & Faulkner, D. (1990). The effects of aging on perceived and generated memories. In L. W. Poon, D. C. Rubin & B. A. Wilson, *Everyday cognition in adulthood and late life* (S. 222-243). New York: Cambridge University Press.
- Cohen, R. L., Sandler, S. P., & Schroeder, K. (1987). Aging and memory for words and action events: effects of item repetition and list length. *Psychology and Aging*, 2, 280-285.
- Craik, F. I. M. (1994). Memory changes in normal aging. *Current Directions in Psychological Sciences*, 3, 155-158.
- Craik, F. I. M., & Lockhart, R. S. (1972). Levels of processing: A framework for memory research. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 11, 671-684.
- Daprati, E., Nico, D., Saimpont, A., Franck, N., & Sirigu, A. (2005). Memory and action: An experimental study on normal subjects and schizophrenic patients. *Neuropsychologica*, 43, 281-293.
- Dick, M. B., Kean, M.-L., & Sands, D. (1989). Memory for action events in Alzheimer type dementia: Further evidence for an encoding failure. *Brain and Cognition*, 9, 71-87.
- Dunlosky, J., & Salthouse, T. A. (1996). A decomposition of age-related differences in multitrial free recall. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, 3, 2-14.

- Earles, J. L. (1996). Adult age differences in recall of performed and nonperformed items. *Psychology and Aging, 11*, 638-648.
- Earles, J. L., & Kersten, A. W. (2002). Directed forgetting of actions by younger and older adults. *Psychonomic Bulletin & Review, 9*, 383-388.
- Engelkamp, J. (1990). *Das menschliche Gedächtnis*. Göttingen: Hogrefe.
- Engelkamp, J. (1991). Memory for action events: Some implications for memory theory and for imagery. In C. Cornoldi & M. A. Mc Daniel (Eds.), *Imagery and Cognition* (pp. 183-219). New York, NY, US: Springer.
- Engelkamp, J. (2001b). What does it mean that the motor component is not crucial? Comments on Kormi-Nouri and Nilsson. In H. D. Zimmer, R. L. Cohen, M. J. Guynn, J. Engelkamp, R. Kormi-Nouri & M. A. Foley, *Memory for action – A distinct form of episodic memory?* (S. 144-150). Oxford, New York: Oxford University Press.
- Engelkamp, J., & Krumnacker, H. (1980). Imaginale und motorische Prozesse beim Behalten verbalen Materials. *Zeitschrift für experimentelle und angewandte Psychologie, 27*, 511-533.
- Engelkamp, J., & Zimmer, H. D. (1983). Zum Einfluss von Wahrnehmen und Tun auf das Behalten von Verb-Objekt-Phrasen. *Sprache und Kognition, 2*, 117-127.
- Engelkamp, J., & Zimmer, H. D. (1984). Motor program information as a separable memory unit. *Psychological Research, 46*, 283-299.
- Engelkamp, J., & Zimmer, H. D. (1985). Motor programs and their relation to semantic memory. *German Journal of Psychology, 9*, 239-254.
- Engelkamp, J., Zimmer, H.D., Biegelmann, U. E. (1993). Bizarreness effects in verbal tasks and subject-performed tasks. *European Journal of Cognitive Psychology, 5*, 393-415.
- Engelkamp, J., Zimmer, H.D., Mohr, G., & Sellen, O. (1994). Memory of self-performed tasks: Self-performing during recognition. *Memory and Cognition, 22*, 34-39.
- Freeman, J. E., & Ellis, J. A. (2003). The representation of delayed intentions: A prospective subject- performed task? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 29*, 976-992.
- Glanzer, M., & Cunitz, A. R. (1966). Two storage mechanisms in free recall. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behaviour, 5*, 351-360.
- Guttentag, R. E., & Hunt, R. R. (1988). Adult age differences in memory for imagined and performed action. *Journal of Gerontology: Psychological Sciences, 43*, 107-108.

- Hasher, L., & Zacks, R. T. (1979). Automatic and effortful processes in memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, *108*, 356-388.
- Hasher, L., & Zacks, R. T. (1988). Working memory, comprehension, and aging: A review and a new view. *The Psychology of Learning and Motivation*, *22*, 193-225.
- Helstrup, T. (1986). Separate memory laws for recall of performed acts? *Scandinavian Journal of Psychology*, *27*, 1-29.
- Helstrup, T. (1987). One, two, or three memories? A problem-solving approach to memory for performed acts. *Acta Psychologica*, *66*, 37-68.
- Helstrup, T. (1993). Actions, context, memory – what is the relation? *Scandinavian Journal of Psychology*, *34*, 19-26.
- Hoyer, W. J., & Verhaeghen, P. (2006). Memory aging. In J. E. Birren & W. Schaie (Eds.), *Handbook of the Psychology of Aging* (6th ed., pp. 209-233). San Diego: Academic Press.
- Hultsch, D. F., & Dixon, R. A. (1990). Learning and memory in aging. In J. E. Birren & K. W. Schaie, *Handbook of the psychology of aging* (3rd ed.). San Diego: Academic Press.
- Hultsch, D. F., MacDonald, S. W. S., Hunter, M. A., Levy- Bencheton, J. & Strauss, E. (2000). Intraindividual variability in cognitive performance in older adults: Comparison of adults with mild dementia, adults with arthritis, and healthy adults
- Kahana, M. J., Howard, M. W., Zaromb, F., & Windfield, A. (2002). Age dissociates recency and lag recency effects in free recall. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, *28*, 530-540.
- Kausler, D. H. (1985). Episodic memory: memorizing performance. In N. Charness, *Aging and human performance* (S. 101-141). New York: Wiley.
- Kausler, D. H. (1991). *Experimental psychology, cognition, and human aging* (2nd ed.). New York: Springer-Verlag.
- Kliegl, R. (1989). Kognitive Plastizität und altersbedingte Grenzen am Beispiel des Erwerbs einer Gedächtnistechnik. In M. M. Baltes, M. Kohli & K. Sames, *Erfolgreiches Altern: Bedingungen und Variationen* (S. 278-282). Bern: Verlag Hans Huber.
- 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. (1990). On the locus and process of magnification of age differences during mnemonic training. *Developmental Psychology*, 26, 894-904.
- Knopf, M. (1991). Having shaved a kiwi fruit: Memory of unfamiliar subject-performed actions. *Psychological Research*, 53, 203-211.
- Knopf, M. (1992a). *Gedächtnis für Handlungen: Funktionsweise und Entwicklung*. Unpublished post-doctoral thesis, University of Heidelberg.
- Knopf, M. (1992b). The age decline in memory: Can it be eliminated? In N. Fabris, D. Harman, D. L. Knook, E. Steinhagen-Thiessen & I. Zs-Nagy, *Physiopathological processes of aging* (S. 172-179). New York: New York Academy of Sciences.
- Knopf, M. (1995a). Das Erinnern eigener Handlungen im Alter. *Zeitschrift für Psychologie*, 203, 335-349.
- Knopf, M. (1995b). Beyond verbal Memory – Enhancing Memory by Acting. *Facts and Research in Gerontology, Supplement*, 43-53.
- Knopf, M. (1998). Gedächtnisentwicklung im Verlauf der Lebensspanne. In H. Keller, *Lehrbuch Entwicklungspsychologie* (S. 517-545). Bern, Göttingen, Toronto, Seattle: Hans Huber.
- Knopf, M. (2005). Memory for subject-performed action events – In search of a memory theory. Vortrag für Stockholm.
- Knopf, M., & Mack, W. (2004). *Memory for subject-performed actions: Evidence from studies with neurological patients*. Unpublished paper presented at the Invited Symposium “Action Memory: The Enactment Effect from Real Life to Laboratory”. 28th International Congress on psychology, Peking 11th August 2004.
- Knopf, M., Mack, W., Lenel, A., & Ferrante, S. (2005). Memory for action events: Findings in neurological patients. *Scandinavian Journal of Psychology*, 46, 11-19.
- Knopf, M., & Neidhardt, E. (1989a). Aging and memory for action events: The role of familiarity. *Developmental Psychology*, 25, 780-786.
- Knopf, M., & Neidhardt, E. (1989b). Gedächtnis für Handlungen unterschiedlicher Vertrautheit - Hinweise aus entwicklungspsychologischen Studien. *Sprache und Kognition*, 8, 203-215.
- Knopf, M., & Neidhardt, E. (1995). Altersunterschiede versus Altersentwicklung - Eine Querschnitt- und Längsschnittanalyse zur Entwicklung des Gedächtnisses im höheren Erwachsenenalter. *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie*, 28, 129-139.

- Knopf, M., Preußler, W., & Stefanek, J. (1995). "18, 20, 2..." Kann Expertise im Skatspiel Defizite des Arbeitsgedächtnisses älterer Menschen kompensieren? *Swiss Journal of Psychology*, *54*, 225–236.
- Knopf, M., & Weber, A. (2003). Über die Entwicklung des expliziten und impliziten Gedächtnisses im Verlauf der Lebensspanne. In W. Schneider & M. Knopf, *Entwicklung, Lehren und Lernen* (S. 35-51). Göttingen: Hogrefe-Verlag.
- Koriat, A., & Pearlman-Avni, S. (2003). Memory organization of action events and its relationship to memory performance. *Journal of Experimental Psychology: General*, *132*, 435-454.
- Koriat, A., Pearlman-Avni, S., & Ben-Zur, H. (1998). The subjective organization of input and output events in memory. *Psychological Research*, *61*, 295-307.
- Kormi-Nouri, R. (1995). The nature of memory for action events: an episodic integration view. *European Journal of Cognitive Psychology*, *7*, 337-363.
- Kormi-Nouri, R., & Nilsson, L.-G. (1998). The role of integration in recognition failure and action memory. *Memory and Cognition*, *26*, 681-691.
- Kormi-Nouri, R., & Nilsson, L.-G. (2001). The motor component is not crucial. In H. D. Zimmer, R. L. Cohen, M. J. Gynn, J. Engelkamp, R. Kormi-Nouri & M. A. Foley, *Memory for action – A distinct form of episodic memory?* (S. 97-111). Oxford, New York: Oxford University Press.
- Kramer, A. F., Hahn, S., & Gopher, D. (1999). Task coordination and aging: explorations of executive control processes in the task switching paradigm. *Acta Psychologica*, *101*, 339-378.
- Kühl, K. P., & Baltes, M. M. (1989). Dementielle Erkrankungen im Alter: Früherkennung mit Hilfe des „Testing-the-Limits“- Ansatzes. In M. M. Baltes, M. Kohli & K. Sames, *Erfolgreiches Altern: Bedingungen und Variationen* (S. 289-293). Bern: Verlag Hans Huber.
- Larsson, M., Nyberg, L., Bäckman, L., & Nilsson, L.-G. (2003). Effects on episodic memory of stimulus richness, intention to learn, and extra-study repetition: Similar profiles across the adult life span. *Journal of Adult Development*, *10*, 67-73.
- Laursen, B., & Hoff, E. (2006). Person-centered and variable-centered approaches to longitudinal data. *Merrill-Palmer Quarterly*, *52*, 377-389.

- Li, S.-C., Aggen, S. H., Nesselroade, J. R., Baltes, P. B. (2001). Short-term fluctuations in elderly people's sensorimotor functioning predict text and spatial memory performance: The MacArthur successful aging studies. *Gerontology, 47*, 100-116.
- Li, S.-C., Huxhold, O., Schmiedek, F. (2004). Aging and attenuated processing robustness: Evidence from cognitive and sensorimotor functioning. *Gerontology, 50*, 28-34.
- Lindenberger, U., & Baltes, P. B. (1994). Sensory functioning and Intelligence in old age: A strong connection. *Psychology and Aging, 9*, 339-355.
- Lövdén, M. (2003). The episodic memory and inhibition accounts of age-related increases in false memories: A consistency check. *Journal of Memory and Language, 49*, 268–283.
- Lövdén, M., & Wahlin, Å. (2005). The sensory-cognition association in adulthood: Different magnitudes for processing speed, inhibition, episodic memory, and false memory? *Scandinavian Journal of Psychology, 46*, 253–262.
- Markowitsch, H. J. (1992). *Neurophysiologie des Gedächtnisses*. Göttingen: Hogrefe.
- Markowitsch, H. J. (1994). Zur Repräsentation von Gedächtnis im Gehirn. In M. Haupts, H. F. Durwen, W. Gehlen & H. J. Markowitsch (Hrsg.), *Neurologie und Gedächtnis* (S. 8-28). Bern: Hans Huber.
- Moosbrugger, H., & Oehlschlägel, J. (1996). *FAIR – Frankfurter Aufmerksamkeitsinventar*. Bern: Verlag Hans Huber.
- Neidhardt, E. (1995). *Entwicklung des Handlungsgedächtnisses im Alter: Konzeptuelle Aspekte*. Lengerich: Pabst Science Publishers.
- Nilsson, L. G. (2000). Remembering actions and words. In E. Tulving & F. I. M. Craik, *The Oxford handbook of memory*. Oxford: Oxford University Press.
- Nilsson, L.-G., & Bäckman, L. (1989). Implicit memory and the enactment of verbal instructions. In S. Lewandowsky, J. Dunn & K. Kirsner, *Implicit memory: Theoretical issues* (S. 173-183). Hillsdale, New Jersey: Erlbaum.
- Nilsson, L.-G., & Bäckman, L. (1991). Encoding dimensions of subject-performed tasks. *Psychological Research, 53*, 212-218.
- Nilsson, L. G., Bäckman, L., Erngrund, K., Nyberg, L., Adolfsson, R., Bucht, G., Karlsson, S., Widing, M., & Winblad, B. (1997). The Betula prospective cohort study: Memory, health and aging. *Aging, Neuropsychology, and Cognition, 4*, 1-32.

- Nilsson, L. G., Cohen, R. L., & Nyberg, L. (1989). Recall of enacted and nonenacted instructions compared: Forgetting functions. *Psychological Research, 51*, 188-193.
- Nilsson, L. G., & Craik, F. I. M. (1990). Additive and interactive effects in memory for subject-performed tasks. *European Journal of Cognitive Psychology, 2*, 305-324.
- Norris, M. P., & West, R. L. (1991). Age differences in the recall of actions and cognitive activities: The effects of presentation rate and objective cues. *Psychological Research, 53*, 188-194.
- Norris, M. P., & West, R. L. (1993). Activity memory and aging: The role of motor retrieval and strategic processing. *Psychology and Aging, 8*, 81-86.
- Nyberg, L. (1995). Memory for enacted and non-enacted events: Is there a need for separate laws? *European Journal of Cognitive Psychology, 7*, 55-64.
- Nyberg, L., Nilsson, L. G., & Bäckman, L. (1992). Recall of actions, sentences, and nouns – influences of adult age and passage of time. *Acta Psychologica, 79*, 245-254.
- Ribot, T. (1882). *Diseases of memory*. New York, Appleton.
- Rittle-Johnson, B., & Siegler, R.S. (1999). Learning to spell: Variability, choice, and change in strategy use. *Child Development, 70*, 332-348.
- Roediger, H. L., & Zaromb, F. M. (2010). Memory for actions – How different? In L. Bäckman & L. Nyberg, *Memory, Aging and the Brain – A Festschrift in Honour of Lars-Göran Nilsson*. New York: Psychology Press.
- Rönnlund, M., Nyberg, L., Bäckman, L., & Nilsson, L.-G. (2003). Recall of Subject-Performed Tasks, Verbal Tasks, and Cognitive Activities Across the Adult Life Span: Parallel Age-Related Deficits. *Aging, Neuropsychology and Cognition, 10*, 182-201.
- Rönnlund, M., Nyberg, L., Bäckman, L., & Nilsson, L.-G. (2005). Stability, growth, and decline in adult life span development of declarative memory: Cross-sectional and longitudinal data from a population-based study. *Psychology and Aging, 20*, 3-18.
- Rundus, D. (1971). Analysis of rehearsal processes in free recall. *Journal of Experimental Psychology, 89*, 63-77.
- Salthouse, T. A. (1990). Cognitive competence and expertise aging. In J. E. Birren & K. W. Schaie, *Handbook of the psychology of aging* (3. Auflage, S. 310-319). New York: Academic Press
- Salthouse, T. A. (1996). The processing speed theory of adult age differences in cognition. *Psychological Review, 103*, 403-428

- Saltz, E., & Donnenwerth-Nolan, S. (1981). Does motoric imagery facilitate memory for sentences? A selective interference test. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behaviour*, 20, 322-332.
- Schacter, D. L., & Tulving, E. (1994). What are the memory systems of 1994? In D. L. Schacter & E. Tulving, *Memory systems 1994* (S. 1-38). Cambridge, MA: MIT-Press.
- Schatz, T. R., Spranger, T. & Knopf, M. (2010). Is there a memory profit after repeated learning of subject-performed actions? Comparing direct and long-term memory performance level as function of age. *Scandinavian Journal of Psychology*, 51, 465-472.
- Schatz, T. R., Spranger, T., Kubik, V., & Knopf, M. (im Druck). Exploring the enactment effect from an information processing view: What can we learn from serial position analyses? *Manuskript im Druck*.
- Seiler, K. H., Engelkamp, J. (2003). The role of item-specific information for the serial position curve in free recall. *Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition*, 29, 954-964.
- Siegler, R. S. (1994). Cognitive variability: A key to understanding cognitive development. *American Psychological Society*, 3, 1-5.
- Spranger, T., Schatz, T. R., & Knopf, M. (2008). Does action make you faster? - A retrieval-based approach to investigating the origins of the enactment effect. *Scandinavian Journal of Psychology*, 49, 487-495.
- Tewes, U. (1991). *HAWIE-R – Hamburg-Wechsler Intelligenztest für Erwachsene Revision 1991*. Bern: Verlag Hans Huber.
- Tulving, E. (1972). Episodic and semantic memory. In E. Tulving & W. Donaldson, *Organization of memory*. New York: Academic Press.
- Tulving, E. (1983). *Elements of episodic memory*. Oxford: Clarendon Press.
- Tulving, E. (1985). How many memory systems are there? *American Psychologist*, 40, 385-398.
- Tulving, E. (1993). Human memory. In P. Andersen, O. Hvaleby, O. Paulsen & B. Hökfelt, *Memory concepts 1993: Basic and clinical aspects* (S. 27-45). Amsterdam: Excerpta Medica.

- Verhaeghen, P., & Salthouse, T. A. (1997). Meta-Analyses of age-cognition relations in adulthood: Estimates of linear and nonlinear age effects and structural models. *Psychological Bulletin*, *122*, 231-249.
- Verheaghen, P., Steitz, D. W., Sliwinski, M. J., & Cerella, J. (2003). Aging and dual-task performance: A meta-analysis. *Psychology and Aging*, *18*, 443-460.
- Von Eye, A., & Bogat, G. A. (2006). Person-oriented and variable-oriented research: Concepts, Results, and Development. *Merrill Palmer Quarterly*, *52*, 390-420.
- Weinert, F. E., Knopf, M., & Schneider, W. (1987). Von allgemeinen Theorien der Gedächtnisentwicklung zur Analyse spezifischer Lern- und Erinnerungsvorgänge. In M. Amelang, *Bericht über den 35. Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Psychologie in Heidelberg* (S. 447-460). Göttingen: Hogrefe.
- Zimmer, H. D. (2001). Why do actions speak louder than words? Action memory as a variant of encoding manipulations or the result of a specific memory system? In H. D. Zimmer, R. L. Cohen, M. J. Gynn, J. Engelkamp, R. Kormi-Nouri & M. A. Foley, *Memory for action – A distinct form of episodic memory?* (S. 151-198). Oxford, New York: Oxford University Press.
- Zimmer, H. D., & Cohen, R. L. (2001). Remembering actions - A specific type of memory? In H. D. Zimmer, R. L. Cohen, M. J. Gynn, J. Engelkamp, R. Kormi-Nouri & M. A. Foley, *Memory for action – A distinct form of episodic memory?* (S. 3-24). Oxford, New York: Oxford University Press.
- Zimmer, H. D., & Cohen, R. L. (2001). Remembering actions: A specific type of memory? In H. D. Zimmer, R. L. Cohen, M. J. Gynn, J. Engelkamp, R. Kormi-Nouri & M. A. Foley, *Memory for action – A distinct form of episodic memory?* (S. 3-24). Oxford, New York: Oxford University Press.
- Zimmer, H. D., Cohen, R. L., Gynn, M. J., Engelkamp, J., Kormi-Nouri, R., & Foley, M. A. (2001). *Memory for action – A distinct form of episodic memory?* Oxford, New York: Oxford University Press.
- Zimmer, H. D., & Engelkamp, J. (1985). An attempt to distinguish between kinematic and motor memory components. *Acta Psychologica*, *58*, 81-106.
- Zimmer, H.D., Helstrup, T., & Engelkamp, J. (2000). Pop-out into memory: A retrieval mechanism that is enhanced with the recall of subject-performed tasks. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, *26*, 658-670.

V. Akademischer Lebenslauf

Tanja Rebekka Schatz geb. Steingrube

Geboren am 13.07.1979 in Göttingen

Schulbildung

1986-1992	Grundschule Lenglern, Bovenden
1992-1999	Otto-Hahn-Gymnasium, Göttingen
5/ 1999	Abitur mit Auszeichnung für Mitarbeit in einer Arbeitsgruppe mit geistig behinderten Schülern. Leistungskurse in Deutsch, Biologie, Musik und Geschichte

Akademische Ausbildung

10/ 1999-6/ 2001	Vordiplom in Psychologie. Note: "sehr gut", Technische Universität Darmstadt (TUD)
7/2001-3/2005	Hauptdiplom in Psychologie. Note: "sehr gut", TUD
9/ 2002- 4/ 2003	Studienjahr, University of Saskatchewan, Saskatoon, Canada
Seit 4/2005	Doktorandin, J. W. Goethe-Universität Frankfurt am Main, Entwicklungspsychologie, Lehrstuhl von Frau Prof. Dr. M. Knopf

Studienarbeit:

Steingrube, T.R. & Haberstroh, J. (2002). *FELIKS - Film zur Erfassung der Lernstrategien und Individuellen Selbstregulatorischen Kompetenz von Schülern (video for the registration of learning strategies and individual self regulatory competence of pupils)*. Unveröffentlichtes Manuskript. Arbeitsgruppe Pädagogische Psychologie, TUD, Darmstadt.

Diplomarbeit:

Steingrube, T.R. & Ott, S. (2005). *Wissensmanagement: Durchführung und Evaluation der Methoden „Story Telling“ und „Kollegiale Beratung“ bei einem großen deutschen Unternehmen*. Unveröffentlichtes Manuskript. Arbeitsgruppe Pädagogische Psychologie, TUD, Darmstadt.

Berufliche Erfahrungen und Ausbildung

1993-1998	Arbeit mit geistig behinderten Kindern, Christophorusschule, Göttingen
1993-1999	Mitglied der INTEGra Göttingen-Nord (Gruppe körperlich behinderter und nichtbehinderter Jugendlicher). Organisation von und Teilnahme bei Aktivitäten und gemeinsamen Reisen
1996-1998	Mitglied des Vorstandes bei INTEGra, 1998 Vorstandsvorsitzende
1999-2005	Teilnahme am Curriculum Trainerausbildung, TUD
9/ 2000- 12/ 2004	Hilfswissenschaftliche Tätigkeit bei Prof. Schmitz, Pädagogische Psychologie, TUD. Assistenz bei der Entwicklung und Durchführung von Problemlöse- und Selbstregulationstrainings mit Schülern und Vorschulkindern, Datenanalyse mit SPSS
2/ 2000- 3/ 2000	6- wöchiges Praktikum, Tagesklinik des Niedersächsischen Landeskrankenhauses, Göttingen
8/ 2001	Tutor eines Problemlöse- und Selbstregulationstrainings für Schüler, 14 Jahre alt (8. Klasse), Edith-Stein-Schule (Gymnasium), Darmstadt
10/ 2001-2/ 2002	Tutor des Seminars "Evaluation von Trainingsverfahren", Studenten im Hauptstudium Psychologie an der TUD
2001-2002	Teilnahme am Curriculum Familienpsychologie, TUD
4/ 2002-7/ 2002	Tutor des Seminars "Prozessanalyse", Studenten im Hauptstudium Psychologie an der TUD
8/ 2003-2/ 2004	6- monatiges studienbegleitendes Praktikum, Führungskräfteentwicklung, Lufthansa AG, Frankfurt
5/ 2004-6/ 2004	Tutor eines Problemlöse- und Selbstregulationstrainings für Vorschüler, 5 Jahre alt, Darmstadt
12/ 2004-2/ 2005	Forschungspraktikum, Arbeitsgruppe Pädagogische Psychologie, TUD
Seit 4/2005	Wissenschaftliche Mitarbeiterin, J. W. Goethe-Universität Frankfurt am Main, Entwicklungspsychologie, Lehrstuhl von Frau Prof. Dr. M. Knopf

Stipendien

10/ 1999- 3/ 2005	Stipendium der Evangelische Studienstiftung Villigst e.V.
9-12/ 2002	Stipendium des DAAD (für das Studium an der University of Saskatchewan)

VI. Anhang

Veröffentlichung 1

Schatz, T. R., Spranger, T. & Knopf, M. (2010). Is there a memory profit after repeated learning of subject-performed actions? Comparing direct and long-term memory performance level as function of age. *Scandinavian Journal of Psychology*, 51, 465-472.

Veröffentlichung 2

Schatz, T. R., Spranger, T., Kubik, V., & Knopf, M. (im Druck). Exploring the enactment effect from an information processing view: What can we learn from serial position analyses? *Manuskript im Druck*.

Veröffentlichung 3

Spranger, T., Schatz, T. R., & Knopf, M. (2008). Does action make you faster? - A retrieval-based approach to investigating the origins of the enactment effect. *Scandinavian Journal of Psychology*, 49, 487-495.

Cognition and Neurosciences

Is there a memory profit after repeated learning of subject-performed actions? Comparing direct and long-term memory performance level as a function of age

TANJA R. SCHATZ, TINA SPRANGER and MONIKA KNOPF

Johann Wolfgang Goethe-University, Frankfurt, Germany

Schatz, T.R., Spranger, T. & Knopf, M. (2010). Is there a memory profit after repeated learning of subject-performed actions? Comparing direct and long-term memory performance level as a function of age. *Scandinavian Journal of Psychology* 51, 465–472.

The present two studies investigated the possibility for improvement and maintenance of episodic memory in young and older adults. In a first study, the performance-enhancing effect of two separate as well as combined learning devices, enactive encoding and repeated learning, was tested. With a time lag of one week, four different series of 30 action phrases were encoded either verbally or by enacting them symbolically. Memory was assessed in four immediate free recall tests. In a second study, the maintenance of the memory profit was tested in an unexpected fifth session half a year later. As expected, there was a steady improvement of memory performance as a function of repeated learning in study one. This holds true regardless of age. In addition, enactive encoding led to a better memory performance than verbal encoding in both age groups. Moreover, younger adults outperformed the elderly regardless of type of encoding. The combination of the two learning devices was not efficient enough to eliminate aging effects in episodic memory. However, memory flexibility is demonstrated also in the elderly. In the long-term follow-up, maintenance of learning and memory could be found in all participant groups.

Key words: Episodic memory, repeated learning and memory, verbal versus enactive encoding, maintenance of memory effect, age-related memory differences.

Tanja R. Schatz, Johann Wolfgang Goethe-University, Department of Developmental Psychology, Georg-Voigt-Str. 8, D-60325 Frankfurt am Main, Germany. Tel: +49 (69) 798-28879; fax: +49 (69) 798-28595; e-mail: T.R.Schatz@psych.uni-frankfurt.de

INTRODUCTION

A lot of studies in developmental psychology show that there are decrements in the episodic memory system, especially for verbal learning, in normal aging (e.g. Bäckman, Small & Wahlin, 2001; Hoyer & Verhaeghen, 2006; McDaniel, Einstein & Jacoby, 2008; Rönnlund, Nyberg, Bäckman & Nilsson, 2005; Shing, Werkle-Bergner, Li & Lindenberger, 2008; Zacks, Hasher & Li, 2000). However, even though the episodic memory system is highly age sensitive, there still is potential for improving and maintaining it in old age (Ball, Berch, Helmers *et al.*, 2002; Stigsdotter Neely & Bäckman, 1993; Verhaeghen, Marcoen & Goossens, 1992; for a review see Rebok, Carlson & Langbaum, 2007). This plasticity of the memory system is studied in different research programs in terms of learning gain or performance level after instruction and practice of a specific memory skill or memory strategy (Baltes, 1987; Singer, Lindenberger & Baltes, 2003). Findings suggest that normal aging leads to a reduction but not a major loss of cognitive plasticity in episodic memory performance (Kliegl, Smith & Baltes, 1990; Singer *et al.*, 2003).

The use of efficient learning devices can explain cognitive plasticity of episodic memory performance. These may even be efficient enough to improve memory performance of older participants to the level of younger participants in the same memory task (e.g. Kramer & Willis, 2002; Mayr, 2008). Two learning devices used in developmental memory studies are, for example, encoding by enacting and repeated learning.

A typical study assessing the impact of encoding by enacting for memory performance relates two encoding conditions to each other: The Subject Performed Task (SPT) on the one hand, in

which the participants have to encode a series of simple action events (e.g. to peel a banana, to go through a newspaper, to clean a table) by reading them aloud and by additionally performing the phrases. Typically, the actions are performed symbolically by the participant, that is, without the involvement of the action-related props. On the other hand, there is the Verbal Task (VT), in which the participants have to read and encode similar action phrases verbally. A performance-enhancing effect of encoding by performing is typically found, the so-called “enactment effect”, which means that action phrases are recalled better after enacting compared to verbal encoding (e.g. Cohen, 1981, 1983, 1989; Engelkamp, 1990, 1997; Engelkamp & Krumnacker, 1980; Knopf, 1991).

Encoding by enacting or memory for SPTs has been assessed in terms of age-related differences for 30 years. While in the beginning of this research program it was found that this learning device is so efficient for the elderly that differences in memory performance are no longer discernible in SPTs, especially when being compared to the age differences in VTs (Bäckman, 1984, 1985a, 1985b; Bäckman & Nilsson, 1985), the succeeding studies found the typical age effect in the SPT-condition as well, in that younger adults generally outperformed older participants in both encoding conditions (e.g. Cohen, Sandler & Schroeder, 1987; Knopf, 1992, 1995, 2005; Knopf & Mack, 2004; Knopf & Neidhardt, 1989; Knopf & Weber, 2003; Nilsson & Craik, 1990). Consequently it is believed nowadays that the enactment effect is also affected by the “general nature of age-related episodic memory deficits” (Larsson, Nyberg, Bäckman & Nilsson, 2006). However, the memory enhancing effect of encoding by enacting can be shown for both younger and older participants (e.g. Bäckman &

Nilsson, 1984; Knopf, 1995; Nilsson, Bäckman, Erngrund *et al.*, 1997; Nyberg, Nilsson & Bäckman, 1992), demonstrating that encoding by enacting is a more efficient mode of learning than verbal encoding.

Two theoretical views have been developed to explain the enactment effect. One research tradition focuses on the most obvious difference between verbal and enactive encoding, that is, the fact that performing an action according to its verbal description requires execution of an ordered sequence of movements (Engelkamp, 1998; Nilsson, 2000). Enactment is typically described as a mode of encoding that leads to a rich form of memory representation since different modalities are involved (e.g. visual, acoustic, motoric, etc.) which automatically result in an especially comprehensive memory trace (see, e.g., Bäckman & Nilsson, 1984, 1985; Engelkamp, 1990; Engelkamp & Zimmer, 1983, 1984, 1985; Nilsson, 2000; Zimmer & Engelkamp, 1985). Cohen (1981, 1983, 1989) even made the conclusion that enactment results in an optimal form of memory representation which cannot be improved by strategic learning processes (such as rehearsal or elaboration) like verbal learning. Nevertheless, this assumption has never been investigated. In this research tradition, it is hypothesized that, in addition to verbal (lexical and conceptual) and imagery information, motor information associated with the production of action-related movements is critical in producing the enactment effect. The additionally stored motor information facilitates encoding as well as retrieval. During remembering, this motor information is reactivated, and this may produce the superior memory performance for enacted items. For the sake of simplicity this explanation is called here the “motor information reactivation view”. A second approach to explaining the enactment effect (Helstrup, 1986; Knopf, 1992) focused not on the mere performing of movements as part of the action, but on the representational and motivational components involved in the action realization that are considered to be decisive. An action is more than its verbal constituents and comprises more than verbal, imaginal and motor codes. Action representations are conceptually structured and are part of a lexicon like words. When instructed to perform an action, readiness to act as requested involves a strong self-involvement, the formation of an intention to act, an obligatory activation of the action schema, object knowledge etc. For the sake of simplicity, this approach will be referred to as “action representation view”. While in the first theoretical view qualitative differences between verbal and enactive information processes are assumed, no need to introduce separate memory laws for enacted and non-enacted events is seen in the second approach. Instead it is assumed in the action representation view that the comprehensive memory trace after encoding by enacting to be just quantitatively more comprehensive and therefore better (e.g., Helstrup, 1987, 1993; Knopf, 1992, 2005; Knopf, Mack, Lenel & Ferrante, 2005; Kormi-Nouri, 1995, 2000; Kormi-Nouri & Nilsson, 1998; Nyberg, 1995).

A second type of learning device that is studied in memory research with older adults pays more attention to the improvements through repeated learning, practice or training and makes increasing use of repeated measurement designs to investigate aging effects in cognitive abilities more thoroughly (e.g., Kliegl *et al.*, 1989, 1990). For example, a mnemonic strategy like the “method of loci” is trained in a brief intervention showing a

higher performance level after this training (e.g., Brehmer, Li, Müller, von Oertzen & Lindenberger, 2007; Kliegl *et al.*, 1990; Verhaeghen *et al.*, 1992). A popular technique in this field is the so called “testing-the-limits” approach (e.g., Kliegl & Baltes, 1987; Kliegl *et al.*, 1989, 1990). The usage of a mnemonic device in a long series of successive learning sessions allows detecting the upper level of memory performance ability in different age groups. In some studies, cognitive training and learning devices for the elderly were even efficient enough to improve their memory performance to the level of younger participants in the same memory task (e.g., Kramer & Willis, 2002; Mayr, 2008). More often it was found that younger adults profit more from such a training program than older adults do (e.g., Brehmer *et al.*, 2007; Kliegl, 1989; Kliegl *et al.*, 1990; Thompson & Kliegl, 1991; Verhaeghen & Kliegl, 2000; Verhaeghen *et al.*, 1992). The developmental plasticity of older participants is reduced relative to younger adults (e.g., Baltes & Kliegl, 1992; Kliegl *et al.*, 1989; Lindenberger, Kliegl & Baltes, 1992; Singer *et al.*, 2003).

Following this line of research, the present study used repeated learning as one learning device, encoding by enacting as another. The effect of the two learning devices was analyzed separately as well as in their combination. Our aim when using repeated learning as a learning device was not to compare the level of achievement or the upper level of performance (as in the above described testing-the-limits approach) but rather to analyze the possible increase of performance level after repeated learning.

In the field of action memory there already exist several studies in which successive, multiple learning has been used (Koriat & Pearlman-Avni, 2003; Koriat, Pearlman-Avni & Ben-Zur, 1998). In all previous studies, however, the repeated learning has been tested using the same memory material successively in order to analyze the changes in memory performance level over multiple learning trials for the same memory items. Koriat *et al.* (1998, 2003) tested younger participants’ memory performance over six and ten trials respectively and were able to show an enhancement from one assessment wave to the next. The focus of their analysis was the change of degree of organization of recalled action phrases, especially in the SPT condition, over different trials. It was shown that there is an organization of recalled material in all conditions and that this increased systematically with repetition of the task and memory material. However, the question of SPT being an optimal encoding strategy cannot be analyzed using the same memory material repeatedly. To our knowledge, there exists no study in the field of action memory research, where different series of action events were administered as memory material in each of the successive learning sessions. Also, repeated learning of SPT was never investigated in older participants. In contrast to former research the present study of repeated learning assessment compared two age groups using new memory items for each of the successive sessions in order to investigate whether different types of learning, namely verbal learning as well as SPT learning, are improved to a similar or to a different amount by practicing them repeatedly.

A further question to be addressed concerned the maintenance of learning and memory profits over longer retention intervals, especially in the elderly. For episodic memory, the maintenance of a skilled memory performance of old participants could be shown for some months or even years (see, e.g., Brehmer *et al.*, 2007;

Brehmer, Li, Straube, Stoll, von Oertzen, Müller & Lindenberger, 2008; Li, Schmiedek, Huxhold, Röcke, Smith & Lindenberger, 2008; Stigsdotter *et al.*, 1993). The second study described here addressed the question of maintenance of a possible memory profit in an unexpected long-term follow-up in order to analyze possible long-term effects of the previous repeated learning assessment. It was investigated whether participants of different age groups show effects of “practice of learning” after a longer time period of “non-practice”. On an explorative level, this study addressed the question whether a possible profit would be durable over time.

Taken together, in order to assess the memory profit for two different types of encoding (verbal vs. enactive) and its maintenance after repeated learning, two studies were conducted. The first study analyzed the differences in performance level for the two encoding conditions as a function of age. Here, the often reported age as well as enactment effect were expected, in that younger outperform older participants and enactment leads to a better performance than verbal learning. Furthermore, the first study analyzed whether there are differences in a possible enhancement after repeated learning as a function of age. This latter question has never been addressed in a study on SPT since no study used new memory material in each session. Thus, the effect of the combined use of the two learning devices in an action memory task was analyzed for both older and younger participants. A positive effect of both enactive encoding as well as repeated learning was expected for both age groups. Exploratively, the first study tested Cohen’s view (1981, 1983, 1989) of SPT as an optimal form of encoding. Following this line of argumentation, no further enhancement of performance should be achieved in a repeated learning paradigm that uses different material at each session. However, following the theoretical assumptions of the “action representation view” described earlier in which SPT and VT are assumed to be governed by the same memory laws (see, e.g., Knopf, 1992), we expected the contrary, that is, that enactment does not lead to an optimal memory path, and therefore that encoding by enacting can be improved by repeated learning. The second study, a long-term follow-up, investigated the maintenance of the potential effects of the first study. Therefore, a fifth session after half a year was implemented in order to explore maintenance of effects in the different groups. There are no studies in the field of action memory that analyze the enactment effect after repeated learning with new material at each session. Thus, to our knowledge there exist no results concerning the long-term maintenance of memory for this task. Since a positive effect of repeated learning and encoding by enacting was expected and long-term effects of other training studies can be shown for similar periods of time, it was hypothesized that these positive effects will last over half a year of not having practiced.

STUDY 1: REPEATED LEARNING ASSESSMENT

Method

Participants. The sample consisted of $n = 56$ younger ($n = 43$ female; $M = 22.02$, $SD = 3.37$, $min = 18$, $max = 33$) and $n = 56$ older adults ($n = 31$ female, $M = 64.39$, $SD = 5.57$, $min = 55$, $max = 81$). Most of the

younger adults were students of the Goethe-University in Frankfurt who participated for course-credits. The participants of the older group were recruited at the University for senior students in Frankfurt, as well as in leisure time clubs in and around Frankfurt. Participation was voluntary. The educational characteristics for the participants are given in Table 1. Memory performance did not vary as a function of gender in the first session (for younger SPT group: $Eta^2 = 0.04$; for younger VT group: $Eta^2 = 0.10$; for older SPT group: $Eta^2 = 0.01$). There was but one exception: female participants in the older VT-group outperformed male subjects in this group ($F(1,1) = 9.37$, $p = 0.01$, $Eta^2 = 0.27$). However, gender is nearly balanced in this group.¹ A one-way ANOVA shows no differences in the average years of education for the two age groups as well as the encoding condition (for age group: $Eta^2 = 0.01$; for encoding condition: $Eta^2 = 0.00$; for the interaction: $Eta^2 = 0.01$). Thus all participants showed high levels of education, making the two age groups comparable in this respect. Possible age differences should, therefore, not be confounded with education in the present study. Given the high overall educational level of all participants, the present studies mostly shed light on well educated groups.

In each age group, half of the adults were randomly assigned to either the VT or the SPT encoding condition. Since a between-subject design was chosen, the participants underwent the same mode of encoding at each session. This procedure was chosen in order to avoid transfer effects which are found in present research of our group using a within-person-design and are sometimes reported for similar studies of other research groups (see, e.g., Jahn & Engelkamp, 2003; Spranger, Schatz & Knopf, 2008).

Material. Four parallel lists of simple action phrases were constructed as learning material, consisting of 30 phrases each. In order to parallelize the lists, the items were taken from six action categories. These six categories were “Food/Drinking”, “Gesture/Facial expression/Communication”, “Household/Garden/Shopping”, “Leisure time/Games/Sport”, “Clothing/Jewellery” and “Body/Personal hygiene” with items such as “to peel an egg” or “to shuffle the cards”. Five items from each category were randomly sorted into each one of the four lists. Items of the different categories were arranged randomly with the exception that two items of the same category never directly followed each other.

The order of list presentation across the four experimental sessions was varied between the participants to avoid list effects.

Procedure. All participants were tested individually. Four appointments were made with a time lag of one week between the sessions (altogether one month). The procedure followed at each session is shown in Fig. 1. After a short interview (at the first appointment) or a short greeting, an introduction to the action phrases memory task followed. The participants were either told to just read and encode the items (VT) or to read, enact them symbolically and encode them (SPT).

Table 1. Educational characteristics of participants

Age group	Type of graduation				Education (years)
	Elementary/secondary	Secondary/junior high	High school diploma	University degree	Mean (SD)
Session 1–4					
18–33	–	–	52	4	13.36 (1.30)
55–81	11	20	9	16	12.93 (3.45)
Session 5					
18–34	–	–	38	1	13.13 (0.80)
56–82	10	19	9	15	12.94 (3.43)

Notes: Graduation in years was estimated with 9 (elementary/secondary), 11 (secondary/junior high), 13 (high school diploma), and 18 (university degree) years depending on the type of graduation. All participants in the youngest age group were university students, except for the four participants with a university degree.

The presentation of the items was arranged using a Windows Power-Point presentation. The presentation time per item was 6 seconds; there was a lag of 2 seconds before the next item was given. An audio signal resounded previous to each item in order to prepare the participants for the next action phrase.

A free recall test was administered directly after the encoding phase. Recall was audio recorded for later examination. There was no time limit for the recall. The same procedure was followed at the second, third and fourth session.

Some additional testings were realized in order to assess characteristics of the participants in more detail. At session one, a vocabulary test was conducted, namely the vocabulary test of the German version of the Wechsler Adult Intelligence Scale (the Hamburg Wechsler Intelligenztest für Erwachsene, Wortschatztest [HAWIE], Tewes, 1991), where the participants had to describe the meaning of words. An overall score of all correctly described words was calculated and transferred into a standard score (range from 1–19). At the second experimental session, participants completed a concentration test, the number-symbol-task of the HAWIE (Tewes, 1991). Participants had 90 seconds to copy as many symbols as possible in a defined manner. The number of correctly transferred symbols was calculated and transferred into a standard score (range from 1–19). To assess the memory span, the HAWIE-number span test was conducted at session two. In this test, participants had to immediately repeat number series that were read to them aloud either forwards or backwards. An overall score of all correctly repeated series was calculated and transferred into a standard score (range from 1–19). At session three, an attention task, the Frankfurt Attention Inventory (Frankfurter Aufmerksamkeits Inventar [FAIR], Moosbrugger & Oehlschlägel, 1996), was administered. The participants had to mark defined symbols in a restricted time interval and with the instruction to make no mistakes. A score was calculated using the total number of correctly identified symbols as well as the wrong ones. Episodic memory was measured at the third session by the memory task of the Intelligence Structure Test (IST, Amthauer, Brocke, Liepmann & Beauducel, 2001). In this task, participants had to encode categorized words during one minute and had to recall them in a cued recall test in which the first character of each word was given as a retrieval cue. Afterwards, they had one minute to learn pairs of symbols in order to directly recognize them immediately after the learning phase. The performance in both tasks was summarized into one episodic memory score and transferred into percentages.

Each of the four sessions lasted about 30–45 minutes.

Scoring. The verbal recall was transcribed. All verbatim as well as in their meaning correctly recalled items were assessed.

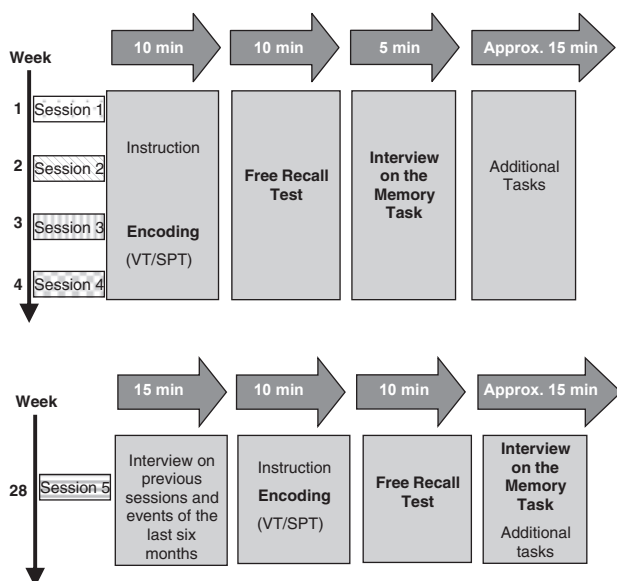


Fig. 1. Design of the study and testing procedure.

Results

Before hypotheses testing, two preliminary analyses were realized. First, participants in the different groups were compared to each other concerning their similarities with respect to their cognitive background. In Table 2, the person characteristics are given for the four groups of participants. For the vocabulary test, the memory span as well as the concentration task – that is, the HAWIE-tasks – norm scores are given and were used for further analysis. The episodic memory performance, which is derived from the IST, and the attention performance, based on the FAIR test, scores are in percentages.

Mean performance levels for the two age groups and the two encoding conditions were compared for each person characteristic in two one-way ANOVAs. Comparing the differences between participants in the VT- or SPT-condition for the younger as well as for the older groups, no differences were found (effect sizes for insignificant results ranged between 0.00 and 0.04).

Regarding age differences, younger participants outperformed older participants significantly in the IST ($F(1,1) = 17.47$, $p < 0.01$, $Eta^2 = 0.24$) and the FAIR ($F(1,1) = 7.99$, $p < 0.01$, $Eta^2 = 0.13$) when comparing age groups assigned to the SPT condition. An effect size of $Eta^2 = 0.06$ was found for the VT group in the HAWIE concentration task, which is not significant. All other comparisons had very low effect sizes (ranging from $Eta^2 = 0.0$ to 0.4).

In sum, the results of this preliminary analysis related to person characteristics led to the conclusion that the four groups consist of a typical/non-clinical population which are highly comparable to each other.

The mean number of correctly recalled action phrases in the free recall test for each group and each session is shown in Table 3.

In order to test for memory differences in the first four sessions as a function of age, encoding type and session, a 2 (age group) \times 2 (encoding type) \times 4 (session) repeated measurement ANOVA was conducted for the overall score of correctly recalled items. Main effects were found for session ($F(1,3) = 18.52$, $p < 0.001$, $Eta^2 = 0.15$; significant linear trend for this factor: ($F(1,1) = 49.56$, $p < 0.001$, $Eta^2 = 0.32$), age group ($F(1,1) = 56.14$, $p < 0.001$, $Eta^2 = 0.34$), and encoding condition ($F(1,1) = 15.82$, $p < 0.001$, $Eta^2 = 0.13$). These three effects show that memory performance level increased over the sessions, that the younger participant group showed better memory performance than the older participants, and that the participant groups who encoded by enacting outperformed the participant groups that encoded verbally. No significant interaction was found.

STUDY 2: LONG TERM FOLLOW-UP

Method

The second study investigated the maintenance of the effects that were assessed in study one. After six months, all participants were contacted again and asked to participate one last time at the study. They did not know in advance that they would be contacted once more and thought there would be no other session after the first four.

Table 2. Person characteristics as a function of age and type of encoding

Measure	Age group			
	18–34 years		55–82 years	
	Condition			
	VT	SPT	VT	SPT
	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)
Vocabulary task	13.39 (1.81)	13.57 (2.27)	13.86 (2.21)	14.14 (2.53)
Memory span test	10.93 (2.19)	10.68 (2.11)	11.18 (2.33)	10.82 (2.78)
Memory span test (Maintenance)	12.33 (3.01)	11.67 (2.33)	11.71 (2.23)	11.24 (2.13)
Episodic memory performance (IST)	68.86 (29.25)	78.00 (16.10)	63.11 (27.30)	51.89 (28.86)
Concentration task	12.61 (2.39)	13.32 (2.84)	14.00 (3.14)	14.29 (3.57)
Concentration task (Maintenance)	13.86 (2.76)	14.11 (2.95)	14.25 (3.06)	15.12 (3.06)
Attention task (FAIR)	74.82 (23.36)	78.61 (24.54)	62.93 (28.88)	57.79 (30.28)

Notes: VT = Verbal task; SPT = Subject performed task. HAWIE-standard scores range from 1–19. IST- and FAIR scores are in percentages. In sessions one to four, the number of participants was $N = 28$ in each group. The sample sizes in session five (maintenance assessment) were smaller and varied across the different groups: Younger VT: $N = 21$; Younger SPT: $N = 18$; Older SPT: $N = 25$; Older VT: $N = 28$.

Table 3. Study 1 and 2: average sum of correctly recalled action phrases in the free recall test for each group and each experimental session

Session	Younger adults		Older adults	
	VT	SPT	VT	SPT
	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)
1	13.75 (3.46)	15.29 (2.85)	8.82 (3.50)	11.96 (3.52)
2	14.18 (4.19)	17.57 (3.49)	9.86 (4.92)	12.04 (3.51)
3	14.93 (4.69)	18.32 (3.99)	10.36 (5.53)	13.11 (3.46)
4	16.79 (4.43)	18.32 (3.66)	10.39 (5.22)	13.32 (3.20)
Maintenance	16.48 (4.55)	18.39 (3.79)	9.82 (5.28)	12.28 (3.54)

Notes: VT = Verbal Task; SPT = Subject Performed Task. Scores range from 0 to 30. In sessions one to four, the number of participants was $N = 28$ in each group. The sample sizes in session five (maintenance assessment) were smaller and varied across the different groups: Younger VT: $N = 21$; Younger SPT: $N = 18$; Older SPT: $N = 25$; Older VT: $N = 28$.

Participants. Because this last appointment had not been communicated before, several participants could not come again. This was especially the case for the younger subjects where some students moved to other universities or had exams during the testing time of Session 5. The sample in Study 2 consisted of $n = 39$ younger (SPT: $n = 18$, thirteen female; $M = 23.22$, $SD = 4.39$, $min = 20$, $max = 34$; VT: $n = 21$, seventeen female; $M = 22.62$, $SD = 3.15$, $min = 18$, $max = 31$) and $n = 53$ older adults (SPT: $n = 25$, fourteen female; $M = 66.20$, $SD = 6.95$, $min = 57$, $max = 82$; VT: complete sample of $n = 28$, fifteen female; $M = 63.64$, $SD = 4.17$, $min = 56$, $max = 72$) of the original sample of $N = 112$.

In order to test whether this reduction reflects a selective drop-out, in that, for example, participants with low achievement in session one to four did not take part anymore at session five, a one-way ANOVA was run, comparing the drop out participants after the first four sessions to the ones who participated in all five sessions. This analysis showed no significant differences of overall achievement level in the action memory task for sessions one to four (younger SPT group: $\eta^2 = 0.00$; younger VT group: $\eta^2 = 0.00$; older SPT group: $\eta^2 = 0.02$; there was no drop out in the older VT group).

In session five, every participant was tested in the same encoding condition they had practiced in sessions one to four.

Material. A fifth parallel series of simple action phrases was constructed as learning material, again comprising 30 items. In order to parallelize this new list with the four lists from sessions one to four, the phrases were again taken from the six action categories described before.

Procedure. Again, all participants were tested individually. The time lag between the fourth and the fifth session was half a year. The procedure in session five was close to session one to four (shown in Fig. 1). After an interview on previous sessions and events of the last six months, an introduction to the action phrases memory task was given, again. As in sessions one to four, the participants were either told to just read and encode the items (VT) or enact them symbolically after reading and encode them (SPT).

Presentation and free recall test were arranged as in sessions one to four. There was again no time limit for the recall.

Some additional psychometric tests were realized in order to assess characteristics of the participants in more detail. Because these two tests are of interest for this article, the number-symbol-task and the number span task of the HAWIE (Tewes, 1991), which were already described above, have to be mentioned here. They were conducted in order to see if, especially for the older participants, there were significant changes between Study 1 and 2. These two tests were realized in the same way as described above in Study 1.

There were some additional testings which are not of interest for this article and will be described elsewhere.

Scoring. As in sessions one to four, the verbal recall was transcribed. All verbatim as well as in their meaning correctly recalled items were assessed.

Results

Before hypotheses testing, results of the number-symbol-task and the number span task of the HAWIE (Tewes, 1991) of the first study were compared to those of the second study. For this comparison, only data from participants who also took part in session five was included. As can be seen in Table 2, all groups reached better results in these two tests in session five. Consequently, there was no general loss of memory span or concentration in the participant groups.

In order to test whether the differences between the age groups as well as the types of encoding can also be found in session five, the data of the fifth session was analyzed. The mean number of correctly recalled action phrases in the free recall test for each group in session five can be seen in Table 3.

In order to test whether the benefits of memory practice stay intact or diminish over time, the data of the fifth session were compared to the findings of the fourth sessions. A 2 (age group) \times 2 (encoding type) \times 2 (session) repeated measurement ANOVA was conducted for the overall score of correctly recalled items. Main effects were found for age group ($F(1,1) = 47.56$, $p < 0.001$, $Eta^2 = 0.35$), and encoding condition ($F(1,1) = 6.71$, $p < 0.01$, $Eta^2 = 0.07$). No significant main effect for session was found ($F(1,1) = 1.45$, $p = 0.23$, $Eta^2 = 0.02$) showing the occurrence and maintenance of a memory profit. No interaction reached significance (effect sizes for insignificant interactions ranged between 0.00 and 0.02). This analysis demonstrates that younger adults outperform the elderly in the fifth testing, again. In addition, encoding by enacting still leads to a better memory performance level as verbal encoding in these sessions. However, the effect size for encoding condition is very small in this analysis and consequently this effect has to be interpreted carefully. The difference in performance between SPT and VT is not as high as it was during sessions one to four where an effect size of 0.13 was calculated.

Taken together, the maintenance study demonstrates that participants of both age groups and encoding conditions stay at a higher performance level after half a year of not having practiced the enactment task. All participant groups maintain the performance level they reached during four sessions of practicing the task.

GENERAL DISCUSSION

In Study 1, encoding by enacting and verbal enactment were implemented repeatedly using new memory items for each of the successive sessions in order to investigate whether the two different learning devices of SPT and repeated learning improve memory performance over four sessions. Both learning devices led to significant memory effects: irrespective of age, memory performance in the SPT condition was always better than in the VT condition. In addition, repeated learning with new material at every session led to a significant memory enhancement over the four experimental sessions. This profit was found to be independent of age since a similar trend of memory performance over the four sessions showed up in both age groups. Thus, repeated learning enhanced memory performance level for verbal as well as enactive encoding in the younger participants as well as in the elderly. Since there was no sign for any age-specific effect, the older participants did not reach memory performance that levelled the achievement of younger participants. There was no extra profit of repeated learning for the older participants compared to the younger. Consequently, neither SPT nor repeated learning is able to even out the differences in memory performance between younger and older participants.

How can these findings be explained? The present study showed that both learning devices, namely SPT and repeated learning, enhanced memory performance irrespective of age. All participant groups could enhance their memory performance only

by repeating a memory task using the same strategy at every session. This finding shows the plasticity of memory even in the elderly.

Interestingly, the effect of performance enhancement after repeated learning was found for both encoding conditions. The repeated learning assessment throws light on the enactment effect from a new perspective: given that the enactment effect is analyzed with just one assessment, typically, the results of this study show that encoding of actions is not only enhanced by a specific type of encoding but also profits from repetition of learning. This finding challenges Cohen's description of SPTs as an optimal form of encoding (Cohen, 1981, 1983, 1989), since it shows that even though symbolic enactment leads to a memory performance that is superior to purely verbal learning, there is still room for further enhancement. In other words, enacting does not automatically lead to an optimal memory trace; it can be additionally enhanced by other memory techniques such as repeated learning. These memory techniques seem to have a similar impact both after verbal encoding as well as after encoding by enacting.

Another theoretical assumption can be supported (Nyberg, 1995): there seem to be no different laws for the underlying processes of verbal and enactive encoding as it is assumed in the motor information reactivation view. While SPTs lead to a generally better memory performance level, there is a similar profit from repeated learning for SPTs and for VTs. This similarity in the result pattern for the two types of encoding is perfect in line with a conceptual explanation. There seems to be no qualitative difference between VT and SPT in terms of the underlying information processes.

Further, the age-related differences were similar in both encoding conditions. This finding is in line with the view that age-related differences in memory performance seem to be quantitative rather than qualitative in nature.

Because of the new memory material that was used at each experimental session, it could be ruled out that the participants performed "better merely as a result of the influence from the previous assessment" (Ferrer, Salthouse, McArdle, Stewart & Schwartz, 2005, p. 412). Only the experience with the task and a "training of learning" can be seen as decisive in terms of higher performance.

The second study showed the long-term maintenance of performance enhancement for all participant groups after half a year of having not repeated the task. Results of this study demonstrated that the memory profit was durable not only in the younger but also in the older subjects. Independent of the encoding type, the participants of both age groups kept their memory performance level that they reached during four sessions of task repetition. Younger and older participants seemed to remember the two different memory tasks (VT vs. SPT) and how to handle it even after half a year of not having "practiced". This finding supports the above-described assumptions that SPT and VT lead to no qualitatively different information processing, but rather generate quantitatively different memory paths. In addition, as already mentioned above, age-related differences of memory performance seem to be quantitative in nature since the maintenance of higher memory performance was also found in both age groups. However, though this effect is significant, an insignificant decrease in memory performance level in the older age group is discernible. Further

research has to replicate this effect of performance maintenance and has to further analyze how long this maintenance effect will last.

As Rönnlund *et al.* (2005) state, the practice effect in studies with repeated measurements is larger the shorter the interval between the single sessions is. This consideration might be interesting for the present study as well: Perhaps the training of learning will be reduced if the interval between two sessions is longer than a week. This could be an explanation for the achievement level of the fifth session: the participants do not further improve their performance, they stay at the same level of achievement. A repetition of the study with a variation of the interval between the repeated sessions might be interesting.

One critical point of the present study is the question whether the effect of performance enhancement is in fact an effect of successive learning or whether it is an effect of successive testing. This question remains unresolved using the design described in this study. In order to test this question, an additional control group would be necessary, undergoing one of the two encoding conditions throughout the four sessions but only being assessed at the first and last session. Further research should address this question.

While verbal learning respective encoding by enacting as well as repeated learning have been used by all participants to encode actions, on an individual level some participants may have applied additional mnemonic strategies. Qualitative analyses of the strategy interview and future research should address this question.

In sum, improvement and maintenance of memory performance for simple actions was shown in the present studies, suggesting that there is a profit after repeated learning in memory for actions which is independent of the encoding condition and which holds true for young as well as older adults.

NOTES

¹In order to further test whether the age effect might mirror a (hidden) effect of gender, additional analyses were run. In these analyses the proportion of women in the younger sample was randomly adjusted to the same level as in the older sample. When the same two-factor ANOVA as reported below was run, the same effects emerged: Main effects for session ($F(1,3) = 10.10, p < 0.001, \eta^2 = 0.11$), age group ($F(1,1) = 24.23, p < 0.001, \eta^2 = 0.23$), and encoding condition ($F(1,1) = 14.13, p < 0.001, \eta^2 = 0.15$).

REFERENCES

- Amthauer, R., Brocke, B., Liepmann, D. & Beauceul, A. (2001). *I-S-T 2000 R – Intelligenz-Struktur-Test 2000 R [Intelligence structure test]*. Göttingen, Hogrefe.
- Bäckman, L. (1984). *Age differences in memory performance: Rules and exceptions*. Doctoral thesis, University of Umea, Sweden.
- Bäckman, L. (1985a). Compensation and recoding: A framework for aging and memory research. *Scandinavian Journal of Psychology, 26*, 193–207.
- Bäckman, L. (1985b). Further evidence for the lack of adult age differences on free recall of subject-performed tasks: The importance of motor action. *Human Learning, 4*, 79–87.
- Bäckman, L. & Nilsson, L. G. (1984). Aging effects in free recall: An exception to the rule. *Human Learning, 3*, 53–69.
- Bäckman, L. & Nilsson, L. G. (1985). Prerequisites for lack of age differences in memory performance. *Experimental Aging Research, 11*, 67–73.
- Bäckman, L., Small, B. J. & Wahlin, Å. (2001). Aging and memory: Cognitive and biological perspectives. In J. E. Birren & K. W. Schaie (Eds.), *Handbook of the psychology of aging* (pp. 349–377). San Diego: Academic Press.
- Ball, K., Berch, D. B., Helmers, K. F., Jobe, J. B., Leveck, M. D., Marsiske, M., Morris, J. N., Rebok, G. W., Smith, D. M., Tennstedt, S. L., Unverzagt, F. W. & Willis, S. L. (2002). Effects of cognitive training interventions with older adults – A randomized controlled trial. *Journal of the American Medical Association, 288*, 2271–2281.
- 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. (1992). Further testing of limits of cognitive plasticity: Negative age differences in a mnemonic skill are robust. *Developmental Psychology, 28*, 121–125.
- Brehmer, Y., Li, S.-C., Müller, V., von Oertzen, T. & Lindenberger, U. (2007). Memory plasticity across the lifespan: Uncovering children's latent potential. *Developmental Psychology, 43*, 465–478.
- Brehmer, Y., Li, S.-C., Straube, B., Stoll, G., von Oertzen, T., Müller, V. & Lindenberger, U. (2008). Comparing memory skill maintenance across the life span: Preservation in adults, increase in children. *Psychology and Aging, 23*, 227–238.
- Cohen, R. L. (1981). On the generality of some memory laws. *Scandinavian Journal of Psychology, 22*, 267–281.
- Cohen, R. L. (1983). The effect of encoding variables on the free recall of words and action events. *Memory and Cognition, 11*, 575–582.
- Cohen, R. L. (1989). Memory for action events: The power of enactment. *Educational Psychological Review, 1*, 57–80.
- Cohen, R. L., Sandler, S. P. & Schroeder, K. (1987). Aging and memory for words and action events: Effects of item repetition and list length. *Psychology and Aging, 2*, 280–285.
- Engelkamp, J. (1990). *Das menschliche Gedächtnis [Human Memory]*. Göttingen, Hogrefe.
- Engelkamp, J. (1997). Memory for to-be-performed tasks versus memory for performed tasks. *Memory and Cognition, 25*, 117–124.
- Engelkamp, J. (1998). *Memory for actions*. Hove, UK, Psychology Press.
- Engelkamp, J. & Krumnacker, H. (1980). Imaginale und motorische Prozesse beim Behalten verbalen Materials [Imaginal and motoric processes in remembering verbal material]. *Zeitschrift für experimentelle und angewandte Psychologie, 27*, 511–533.
- Engelkamp, J. & Zimmer, H. D. (1983). Zum Einfluss von Wahrnehmen und Tun auf das Behalten von Verb-Objekt-Phrasen [Concerning the influence of perceiving and acting on remembering verb-object phrases]. *Sprache und Kognition, 2*, 117–127.
- Engelkamp, J. & Zimmer, H. D. (1984). Motor program information as a separable memory unit. *Psychological Research, 46*, 283–299.
- Engelkamp, J. & Zimmer, H. D. (1985). Motor programs and their relation to semantic memory. *German Journal of Psychology, 9*, 239–254.
- Ferrer, E., Salthouse, T. A., McArdle, J. J., Stewart, W. F. & Schwartz, B. S. (2005). Multivariate modelling of age and retest in longitudinal studies of cognitive abilities. *Psychology and Aging, 20*, 412–422.
- Helstrup, T. (1986). Separate memory laws for recall of performed acts? *Scandinavian Journal of Psychology, 27*, 1–29.
- Helstrup, T. (1987). One, two, or three memories? A problem-solving approach to memory for performed acts. *Acta Psychologica, 66*, 37–68.
- Helstrup, T. (1993). Actions, context, memory – what is the relation? *Scandinavian Journal of Psychology, 34*, 19–26.
- Hoyer, W. J. & Verhaeghen, P. (2006). Memory aging. In J. E. Birren & W. Schaie (Eds.), *Handbook of the psychology of aging* (pp. S209–233). San Diego: Academic Press.
- Jahn, P. & Engelkamp, J. (2003). Design-effects in prospective and retrospective memory for actions. *Experimental Psychology, 50*, 4–15.
- Kliegl, R. (1989). Kognitive Plastizität und altersbedingte Grenzen am Beispiel des Erwerbs einer Gedächtnistechnik [Cognitive plasticity and age-related limits illustrated for the acquisition of a mnemonic skill]. In M. M. Baltes, M. Kohli & K. Sames (Eds.), *Erfolgreiches*

- Altern: Bedingungen und Variationen (pp. 278–282). Bern, Verlag Hans Huber.
- 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., 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. (1990). On the locus and process of magnification of age differences during mnemonic training. *Developmental Psychology*, 26, 894–904.
- Knopf, M. (1991). Having shaved a kiwi fruit: Memory of unfamiliar subject-performed actions. *Psychological Research*, 53, 203–211.
- Knopf, M. (1992). *Gedächtnis für Handlungen: Funktionsweise und Entwicklung [Memory for actions: Function and development]*. Unpublished post-doctoral thesis, University of Heidelberg.
- Knopf, M. (1995). Das Erinnern eigener Handlungen im Alter [The recall of own actions in old age]. *Zeitschrift für Psychologie*, 203, 335–349.
- Knopf, M. (2005). Memory for subject-performed action events – In search of a memory theory. Unpublished presentation in Stockholm.
- Knopf, M. & Mack, W. (2004). Memory for subject-performed actions: Evidence from studies with neurological patients. Unpublished paper presented at the Invited Symposium “Action Memory: The Enactment Effect from Real Life to Laboratory”, 28th International Congress on Psychology, Peking, 11 August.
- Knopf, M., Mack, W., Lenel, A. & Ferrante, S. (2005). Memory for action events: Findings in neurological patients. *Scandinavian Journal of Psychology*, 46, 11–19.
- Knopf, M. & Neidhardt, E. (1989). Aging and memory for action events: The role of familiarity. *Developmental Psychology*, 25, 780–786.
- Knopf, M. & Weber, A. (2003). Über die Entwicklung des expliziten und impliziten Gedächtnisses im Verlauf der Lebensspanne [The development of explicit and implicit memory over the life span]. In W. Schneider & M. Knopf (Eds.), *Entwicklung, Lehren und Lernen* (pp. 35–51). Göttingen: Hogrefe-Verlag.
- Koriat, A. & Pearlman-Avni, S. (2003). Memory organization of action events and its relationship to memory performance. *Journal of Experimental Psychology: General*, 132, 435–454.
- Koriat, A., Pearlman-Avni, S. & Ben-Zur, H. (1998). The subjective organization of input and output events in memory. *Psychological Research*, 61, 295–307.
- Kormi-Nouri, R. (1995). The nature of memory for action events: An episodic integration view. *European Journal of Cognitive Psychology*, 7, 337–363.
- Kormi-Nouri, R. (2000). The role of movement and object in action memory: A comparative study between blind, blindfolded and sighted subjects. *Scandinavian Journal of Psychology*, 41, 71–75.
- Kormi-Nouri, R. & Nilsson, L. G. (1998). The role of integration in recognition failure and action memory. *Memory and Cognition*, 26, 681–691.
- Kramer, A. F. & Willis, S. L. (2002). Enhancing the cognitive vitality of older adults. *Current Directions in Psychological Science*, 11, 173–177.
- Larsson, M., Nyberg, L., Bäckman, L. & Nilsson, L. G. (2006). Effects on episodic memory of stimulus richness, intention to learn, and extra-study repetition: Similar profiles across the adult life span. *Journal of Adult Development*, 2, 67–73.
- Li, S.-C., Schmiedek, F., Huxhold, O., Röcke, C., Smith, J. & Lindenberger, U. (2008). Working memory plasticity in old age: Practice gain, transfer, and maintenance. *Psychology and Aging*, 23, 731–742.
- Lindenberger, U., Kliegl, R. & Baltes, P. B. (1992). Professional expertise does not eliminate negative age differences in imagery-based memory performance during adulthood. *Psychology and Aging*, 7, 585–593.
- Mayr, U. (2008). Introduction to the special section on cognitive plasticity in the aging mind. *Psychology and Aging*, 23, 681–683.
- McDaniel, M.A., Einstein, G.O. & Jacoby, L. J. (2008). New considerations in aging and memory – The glass may be half full. In F.I.M. Craik & T. A. Salthouse (Eds.), *The handbook of aging and cognition* (3rd edn), (pp. 251–310). New York: Psychology Press.
- Moosbrugger, H. & Oehlschlägel, J. (1996). *FAIR – Frankfurter Aufmerksamkeitsinventar [Frankfurt Attention Inventory]*. Bern: Verlag Hans Huber.
- Nilsson, L. G. (2000). Remembering actions and words. In E. Tulving & F. I. M. Craik, *The Oxford handbook of memory*, Oxford: Oxford University Press.
- Nilsson, L. G., Bäckman, L., Erngrund, K., Nyberg, L., Adolfsson, R., Bucht, G., Karlsson, S., Widing, M. & Winblad, B. (1997). The Betula prospective cohort study: Memory, health and aging. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, 4, 1–32.
- Nilsson, L. G. & Craik, F. I. M. (1990). Additive and interactive effects in memory for subject-performed tasks. *European Journal of Cognitive Psychology*, 2, 305–324.
- Nyberg, L. (1995). Memory for enacted and non-enacted events: Is there a need for separate laws? *European Journal of Cognitive Psychology*, 7, 55–64.
- Nyberg, L., Nilsson, L. G. & Bäckman, L. (1992). Recall of actions, sentences, and nouns – influences of adult age and passage of time. *Acta Psychologica*, 79, 245–254.
- Rebok, G. W., Carlson, M. C. & Langbaum, B. S. (2007). Training and maintaining memory abilities in healthy older adults: Traditional and novel approaches. *Journal of Gerontology: Series B*, 62, 53–61.
- Rönnlund, M., Nyberg, L., Bäckman, L. & Nilsson, L. G. (2005). Stability, growth, and decline in adult life span development of declarative memory: Cross-sectional and longitudinal data from a population-based study. *Psychology and Aging*, 20, 3–18.
- Shing, Y. L., Werkle-Bergner, M., Li, S.-C. & Lindenberger, U. (2008). Associative and strategic components of episodic memory: A life-span dissociation. *Journal of Experimental Psychology: General*, 137, 495–513.
- Singer, T., Lindenberger, U. & Baltes, P. B. (2003). Plasticity of memory for new learning in very old age: A story of major loss? *Psychology and Aging*, 18, 306–317.
- Spranger, T., Schatz, T. R. & Knopf, M. (2008). Does action make you faster? A retrieval-based approach to investigating the origins of the enactment effect. *Scandinavian Journal of Psychology*, 49, 487–495.
- Stigsdotter Neely, A. & Bäckman, L. (1993). Maintenance of gains following multifactorial and unifactorial memory training in late adulthood. *Educational Gerontology*, 19, 105–117.
- Tewes, U. (1991). *HAWIE-R – Hamburg-Wechsler Intelligenztest für Erwachsene Revision 1991 [Hamburg Wechsler intelligence test for adults]*. Bern: Verlag Hans Huber.
- Thompson, L. A. & Kliegl, R. (1991). Adult age effects of plausibility on memory: The role of time constraints during encoding. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 17, 542–555.
- Verhaeghen, P. & Kliegl, R. (2000). The effects of learning a new algorithm on asymptotic accuracy and execution speed in old age: A reanalysis. *Psychology and Aging*, 15, 648–656.
- Verhaeghen, P., Marcoen, A. & Goossens, L. (1992). Improving memory performance in the aged through mnemonic training: A meta-analytic study. *Psychology and Aging*, 7, 242–251.
- Zacks, R. T., Hasher, L. & Li, K. Z. H. (2000). Human memory. In T. A. Salthouse & F. I. M. Craik (Eds.), *Handbook of aging and cognition* (2nd edn), (pp. 293–357). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Zimmer, H. D. & Engelkamp, J. (1985). An attempt to distinguish between kinematic and motor memory components. *Acta Psychologica*, 58, 81–106.

Received 24 September 2009, accepted 8 March 2010

Cognition and Neuroscience

Exploring the enactment effect from an information processing view: What can we learn from serial position analyses?

TANJA R. SCHATZ, TINA SPRANGER, VEIT KUBIK and MONIKA KNOPF

Johann Wolfgang Goethe-University, Frankfurt, Germany

Schatz, T. R., Spranger, T., Kubik, V. & Knopf, M. (2011). Exploring the enactment effect from an information processing view: What can we learn from serial position analyses? *Scandinavian Journal of Psychology*.

The focus of the present article was to analyze processes that determine the enactment and age effect in a multi-trial free recall paradigm by looking at the serial position effects. In an experimental study (see Schatz et al 2010), the performance-enhancing effect of enactive encoding and repeated learning was tested with older and younger participants. As expected, there was a steady improvement of memory performance as a function of repeated learning regardless of age. In addition, enactive encoding led to a better memory performance than verbal encoding in both age groups. Furthermore, younger adults outperformed the elderly regardless of type of encoding. Analyses in the present article show that encoding by enacting seems to profit especially from remembering the last items of a presented list. Regarding age differences, younger outperformed older participants in nearly all item positions. The performance enhancement after task repetition is due to a higher amount of recalled items in the middle positions in a subject performed task (SPT) and a verbal task (VT) as well as the last positions of a learned list in VT.

Key words: Episodic memory, serial position effects, repeated learning, verbal versus enactive encoding, age-related memory differences.

Tanja R. Schatz, Johann Wolfgang Goethe-University, Department of Developmental Psychology, Georg-Voigt-Str. 8, D – 60325 Frankfurt am Main, Germany. Tel: +49 (69) 798-28879; fax: +49 (69) 798-28595; e-mail: T.R.Schatz@psych.uni-frankfurt.de

INTRODUCTION

The enhancement of memory performance after enacted encoding is a robust finding that is known as the “enactment effect”, (e.g., Cohen, 1981; Engelkamp & Krumnacker, 1980; Knopf, 1991). Series of simple action phrases, consisting of a verb and an object (e.g., “to peel an egg”), are presented to participants successively who encode them either verbally (by reading the presented phrase, Verbal Task, VT) or by enacting them (reading and enacting the respective phrase, Subject-Performed Task, SPT). In the latter condition, enactment means the performance of the to-be-remembered action phrase, which is typically done symbolically without the involvement of the action-related props. By using, for example, immediate or delayed free recall tests, cued recall or recognition, the amount of remembered simple actions after each encoding condition respective memory test is assessed and has been shown to reliably produce the “enactment effect” (cf., Nilsson, 2000).

Several theoretical accounts exist that explain the origins of the enactment effect (for a review see e.g., Nilsson, 2000; Roediger & Zaromb, 2010). While some authors regard the physical movement and the generated motor trace as the core component leading to the enactment effect (e.g., Engelkamp, 1998; Engelkamp & Zimmer, 1983, 1984), others stress the fact that multiple modalities (visual, haptic and kinaesthetic information) are involved during motor performance (multi-modal view, see e.g., Bäckman & Nilsson, 1984, 1985). In contrast to these modal theories, another theoretical view is to explain the enactment effect within traditional amodal memory theories (e.g., Helstrup, 2005; Kormi-Nouri & Nilsson, 2001; Knopf, 2005). Seen from this theoretical viewpoint, encoding by enacting optimizes encoding due to different processes (e.g., an especially high self-involvement) leading to an especially good amodal memory trace.

Beyond this debate about the involved modality, the information processing view has provided another level of analyses of the enactment effect regarding its underlying processing base: Strategic and automatic processes (see, e.g., Nilsson, 2000; Zimmer, Cohen, Guynn, Engelkamp, Kormi-Nouri & Foley, 2001; Zimmer, Helstrup & Engelkamp, 2000) as well as item-specific and relational processes (e.g., Seiler & Engelkamp, 2003) have been respectively assumed in the encoding and retrieval of VTs and SPTs. From an information processing view, one possibility to investigate the processing base of the enactment effect is to comparatively study the serial position curves of VTs and SPTs. In only a few articles such serial position analyses have been reported so far (see e.g., Bäckman & Nilsson, 1984, 1985; Cohen, 1983; Seiler & Engelkamp, 2003; Zimmer et al 2000), showing different result patterns for SPT compared to VT. Thereby differences in the primacy and recency effects have been found as a function of encoding condition (see, e.g., Bäckman & Nilsson, 1984, 1985; Cohen, 1983; Zimmer et al 2000; Seiler & Engelkamp, 2003). Primacy and recency effects refer to the finding that the first (primacy) and last (recency) items are remembered better than the middle ones. In general, studies in the field of memory research showed that both a primacy and a recency effect occurred after verbal learning (see, e.g., Growder & Greene, 2000; Kahana, Howard, Zaromb & Wingfield, 2002; Zimmer et al., 2000). After encoding by enacting, however, the primacy effect is missing but an extended recency effect has been observed (see, e.g., Knopf, 1992a; Seiler & Engelkamp, 2003; Zimmer et al., 2000).

These analyses yielded insights into the different processes that occur during encoding and retrieval in VTs and SPTs. The primacy effect is often assumed to be an effect of strategic encoding, the so-called “rehearsal” for the first items out of larger item series (e.g., Glanzer & Cunitz, 1966; Rundus, 1971). Consequently, they are encoded especially intense and therefore can be recalled

relatively well (see, e.g., Glanzer & Cunitz, 1966). The lack of a primacy effect after encoding by enacting can be interpreted as an indication of the non-strategic nature of the encoding process (Cohen, 1981, 1983). Cohen (1981, 1989) assumes that encoding by enacting automatically leads to a good memory trace that is easily accessed. He states that the memory performance difference after SPT and VT occurs because SPT leads to an optimal form of encoding. In contrast, participants in the more strategic VT condition fail to find an optimal strategy for remembering the items. Following this theoretical view, strategic processes like, for example, rehearsal seems to be unimportant in SPT, in contrast to VT (Cohen, 1981; Bäckman & Nilsson, 1984; Earles, 1996). Seiler and Engelkamp (2003) assume that this is reflected in poor item-relational information.

The recency effect, on the other hand, is assumed to be an effect of a non-strategic processing or automatic “pop-out” during retrieval (Zimmer *et al.*, 2000): Strong item-specific information after SPTs is assumed to lead to very distinct memory entries. As a consequence, items automatically pop into a person’s memory without active search. This specific mechanism, the “pop-out mechanism” (see, e.g., Zimmer *et al.*, 2001, p. 668), especially extends the recency effect. The extended recency effect is seen as crucial for the SPT memory advantage. Contrary, in VT item-relational and item-specific information is generated to the same degree (Engelkamp & Zimmer, 1984; Seiler & Engelkamp, 2003), leading to the U-shaped recall curve. However, Seiler and Engelkamp (2003) showed that item-specific encoding does not only occur after encoding by enacting: When an additional task is given that supports item-specific encoding, the serial position curve in VT becomes similar to that in SPT. Nevertheless, the item-specific information generated during SPT encoding must be especially effective leading to the memory advantage of encoding by enacting (Seiler & Engelkamp, 2003).

Furthermore, it was found that the recall level of the asymptotic part of the serial position curves was enhanced in SPT as well: Knopf (2005) showed that the middle items in an item series benefit most from SPT. After verbal encoding these items are not recalled numerously, typically. However, after encoding by enacting, the middle items of an item series are better recalled as after verbal encoding. This indicates that not only the final items of an item series profit from active encoding.

In sum, viewed from an information processing perspective, the two encoding conditions seem to differ in the degree of strategic information processing involved.

The enactment effect has also been studied with older age groups in order to analyze whether enactment is able to offset or reduce the aging effects in memory that have been traditionally found for other episodic memory tasks (see, e.g., Hoyer & Verhaeghen, 2006; Larsson, Nyberg, Bäckman & Nilsson, 2003; Rönnlund, Nyberg, Bäckman & Nilsson, 2005). In the beginning of this line of research, Bäckman (1984, 1985a, 1985b) found no age differences for SPTs in his studies with the elderly. However, the succeeding studies found the typical age effect also after encoding by enacting: Younger adults generally outperformed older participants not only after VTs but also after SPTs (e.g., Cohen, Sandler & Schroeder, 1987; Knopf, 1992a; Knopf & Neidhardt, 1989a; Nilsson & Craik, 1990; Spranger, Schatz & Knopf, 2008). Consequently, the beneficial effect of enactment

during encoding is not able to rule out age-related episodic memory deficits. It has rather been found that the performance-enhancing effect of encoding by enacting can be observed for both younger and older participants to a similar amount (e.g., Bäckman & Nilsson, 1984; Knopf, 1995a; Nilsson, Bäckman, Erngrund *et al.*, 1997; Nyberg, Nilsson & Bäckman, 1992; Rönnlund *et al.*, 2005).

Primacy and recency effects have been reported for younger as well as older adults: The shape of the serial position curve stays the same for both age groups (Bäckman, 1984; Knopf, 1992a; for verbal learning see Korsnes & Magnussen, 1996), even though younger participants show quantitatively better results than older ones. To our knowledge, the serial position effects of younger and older participants have never been directly compared to each other for SPT and VT.

Using a multi-trial free recall paradigm, Schatz, Spranger and Knopf (2010) analyzed the enactment effect from a new perspective: In four sessions, taking place once a week, younger and older participants encoded 30 action phrases either verbally or by enactment. While the learning material was new in each of the successive sessions the type of encoding remained the same for each subject (VT or SPT). We used this procedure of repeated learning with the same encoding condition but with new learning material for each session in order to analyze the possible increase of memory performance level for the two types of encoding. Memory was assessed directly after the four encoding phases in free recall tests. Schatz *et al.* (2010) reported a significant age effect favoring younger subjects as well as an enactment effect for the older participants. The enactment effect for the younger participants in session one was only marginally significant. This result shows that university students are very good in verbal learning. Furthermore, a significant performance enhancement from session one to four for younger as well as older participants was found. This profit after repeated learning was found to be independent of encoding type and age since a similar trend of memory performance over the four sessions showed up in all participant groups. Thus, repeated learning enhanced the level of memory performance for verbal and enactive encoding in the younger as well as the older participant groups indicating the plasticity of memory also in the elderly (for more details regarding this study see Schatz *et al.*, 2010). In addition, the two well-known findings of this research tradition, the enactment effect and an overall age effect, could also both be replicated in this piece of research.

But where do these performance differences between SPT and VT as well as between older and younger participants come from? And how can the memory profit after repeated learning be explained? The present article has the goal to answer these questions, that is, to examine the origins of the enactment effect, the age effect as well as the performance enhancement due to repeated learning by serial position analyses: We adopted the theoretical perspective of the information processing view and investigated the strategic versus automatic nature of the enactment effect by studying the serial position (primacy and recency) effects comparatively for VTs and SPTs. Previous research has analyzed the primacy and recency effects as a function of encoding. But, to our knowledge, it is yet to be investigated whether these characteristics of the learning curves remain the same when the task of learning action phrases is repeated. Moreover it is an open question whether the two age groups will show the same learning curves

after repeated learning or not. Therefore, data from session one ("basic" performance) and four of a multi-trial free recall paradigm reported in Schatz *et al.* (2010) were analyzed in order to investigate the processes underlying the enactment and the age effect as well as repeated learning. Three research questions are examined in the present article: At first, we investigated whether the enactment effect can be explained by differences in strategic processing during encoding and recall. Therefore, serial position curves of SPT and VT had to be compared to each other in session one. Because the extended recency effect has been found to be important for SPT (Seiler & Engelkamp, 2003; Zimmer *et al.*, 2000), we expected to find a significant difference on the last serial positions of a learned list when comparing VT and SPT to each other. Furthermore, we expected to find a benefit in SPT compared to VT concerning the middle items of the series (Knopf, 2005).

The second research question was whether the age effect can be explained by differences in strategic processing during encoding and recall. For each of the two encoding conditions, the serial position curves were compared to each other in session one. We expected to find age differences on all positions of the serial position curve (recall level effect) but its characteristic shape to be the same for younger and older participants.

The third research question dealt with memory enhancement after repeated learning of action phrases. To test this question, for each of the two types of encoding groups, the serial position curves from session one were compared to the corresponding recall curves of session four. We did not expect a change of processing after task repetition for VT as well as SPT: The underlying processes were expected to stay the same during the sessions but to get more effective in that the normally found serial position effects get more pronounced.

METHOD

Design

The design was a 2 (age) \times 2 (type of encoding) \times 4 (session), with age (younger/older) and type of encoding (VT/SPT) varying between participants and session (one to four) varying within subjects. In each age group, half of the adults were randomly assigned to one of the two encoding conditions (VT or SPT). Thus every participant was assigned to one of four subgroups, which was "Younger SPT", "Younger VT", "Older SPT", and "Older VT".

Participants

The sample consisted of $n = 84$ participants from two different age groups: 42 younger ($M = 22.24$ years, $SD = 3.53$) and 42 older adults ($M = 63.60$ years, $SD = 5.27$) participated. Most of the younger adults were students at the Goethe University who participated for course credits. The participants of the older group were recruited at the University for senior students in Frankfurt, as well as in leisure time clubs in and around Frankfurt. Participation was voluntary. The educational characteristics for the participants are given in Table 1. A one-way ANOVA shows no differences between the average years of education and age group.

Material

Four parallel series of simple action phrases were constructed as learning material, consisting of 30 phrases each. For the purpose of parallelizing the lists, the items were taken from six thematic groups. Five items from each of these groups were randomly sorted into four lists. The six thematic groups were "Food/ Drinking", "Gesture/ Facial expression/ Communication", "Household/ Garden/ Shopping", "Leisure time/Games/ Sport", "Clothing/Jewellery" and "Body/Personal hygiene" with items like, for example, "to peel an egg" or "to shuffle the cards". Items of the different thematic groups were sorted into the lists at random with the exception that two items of the same thematic group never directly followed each other.

The order of list presentation across the four experimental sessions varied between the participants.

Procedure

All participants were tested individually in four sessions. Between these sessions was a time lag of one week (altogether one month). Each of the four sessions lasted about 30–45 minutes.

All four sessions started with a short interview (at the first appointment) or a short greeting. The procedure that followed was the same in all four sessions. First, an introduction to the action phrases memory task was given. The participants were either told to just read the items (VT) or enact them symbolically after reading (SPT) and to memorize them for later recall. An example of an item was given to the participants in order to become familiar with the task. Secondly, the presentation of the items followed using a Windows PowerPoint presentation. The presentation time per item was six seconds; there was a lag of two seconds before the next item was given. This long presentation interval was used in order to ensure that all participants had enough time to read and (in the SPT condition) to perform the items. An audio signal resounded previous to each item in order to prepare the participants for the next action phrase. Directly after the presentation of the last item, a free recall test was administered which was audio recorded for later examination. During free recall, the participants were free to choose the order in which they retrieved the learned phrases. There was no time limit for the recall.

Table 1. Educational characteristics of participants

Age group	Type of graduation				Education
	Elementary/ Secondary	Secondary/ Junior High	High School diploma	University degree	(Years) Mean (SD)
Session 1–4					
18–33	–	–	52	4	13.36 (1.30)
55–81	11	20	9	16	12.93 (3.45)

Note: Graduation in years was estimated with 9 (elementary/secondary), 11 (secondary/junior high), 13 (high school diploma), and 18 (university degree) years depending on the type of graduation. All participants in the youngest age group were university students, except for the four participants with a university degree.

After each free recall test, some additional tests were implemented in order to assess characteristics of the participants in more detail (further information of the additional tests can be found in Schatz *et al.*, 2010).

All verbatim as well as in their meaning correctly recalled items were assessed and formed one overall score.

RESULTS

To analyze positions of recalled items, the item list was clustered into triplets comprising each of the three item positions.¹ This procedure is often used in serial position research (see e.g., Seiler & Engelkamp, 2003). The mean recall probability for each triplet was calculated. Because of the list length of 30 action phrases, ten triplets were formed. For each subsample, the probabilities for the first session are shown in Fig. 1, for the fourth session in Fig. 2.

Before analyzing the research questions in detail, primary analyses with the data were run in order to check if the position curves of the different groups were different or parallel to each other. Therefore, a 2 (encoding condition: SPT or VT) \times 2 (age group: Younger or older participants) \times 5 (presentation position: triplet 1, Middle triplets 2-7, triplet 8, triplet 9, triplet 10) \times 2 (session: one or four) analyses of variance (ANOVA) was calculated. The results show a main effect for the triplets indicating that the triplets differ significantly with respect to the recall probabilities ($F(4,436) = 50.99, p \leq 0.01, \eta^2 = 0.32$) as well as a main effect for session ($F(1,109) = 24.36, p \leq 0.01, \eta^2 = 0.18$) indicating that the serial position curves are not the same in sessions one and

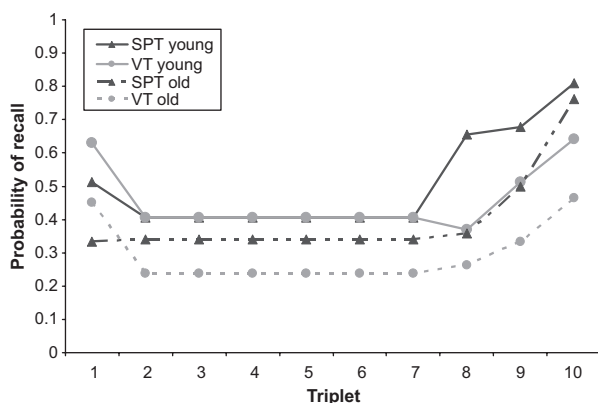


Fig. 1. Probability of recall for each triplet in Session 1.

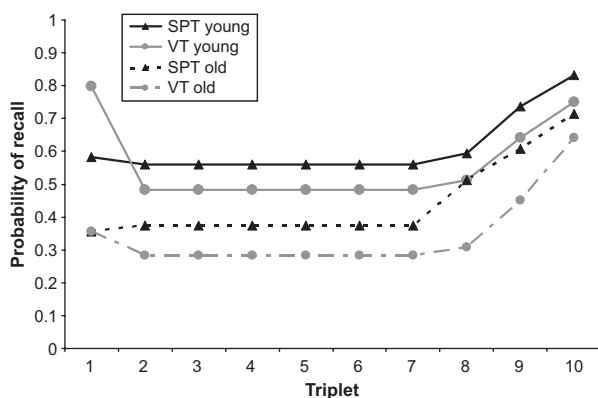


Fig. 2. Probability of recall for each triplet in Session 4.

four. The main effects for encoding condition ($F(1,109) = 14.75, p \leq 0.01, \eta^2 = 0.12$) and age group ($F(1,109) = 62.00, p \leq 0.01, \eta^2 = 0.37$) were both highly significant. In addition, the interactions between encoding condition and triplets ($F(4,436) = 11.97, p \leq 0.01, \eta^2 = 0.10$) as well as age group and triplets ($F(4,436) = 2.37, p \leq 0.05, \eta^2 = 0.02$) were both significant, showing that the serial position curves are different for both encoding conditions and age groups. No three-way-interactions were found. These results show that there are differences in serial recall positions between the two encoding conditions as well as between the two age groups and that there is a change in recall positions between session one and four. Before addressing these effects of age, enactment and session as well as their interactions more specifically, further analyses were run in order to answer the question whether the typically reported primacy and recency effects can also be found. Therefore, differences in the serial position effects were analyzed for session one for every single group. Using *t*-tests (paired sample), the recall probability of the first triplet (primacy) and the last three triplets (extended recency) of a list were each compared with the averaged recall probability of the six middle triplets. In the VT condition, the expected primacy (Younger participants: $t(27) = 3.41, p \leq 0.01$; Older participants: $t(27) = 3.53, p \leq 0.01$) and recency effects (Younger participants: $t(27) = 3.50, p \leq 0.01$; Older participants: $t(27) = 3.58, p \leq 0.01$) were found independent of age. In the SPT condition, no primacy effects were found but extended recency effects for the younger (triplet 10: $t(27) = 8.90, p \leq 0.01$; triplet 9: $t(27) = 5.41, p \leq 0.01$; triplet 8: $t(27) = 5.35, p \leq 0.01$) as well as for the older participants (triplet 10: $t(27) = 10.30, p \leq 0.01$; triplet 9: $t(27) = 2.65, p \leq 0.01$).

In sum these analyses show that a typical pattern of serial position effects in VT can be found not only for younger but also for older participants, which is nearly the same for SPT. However, the extended recency effects found for the SPT groups are not independent of age, because the younger groups show a more extended recency effect. This aspect will be further interpreted in the discussion.

For the first two research questions of the current paper, further and more detailed analyses of the serial position data from the initial session one were run. The first research question asked for differences in strategic processing during VT and SPT encoding. For each triplet of session one, the recall probability of VT and SPT was compared using a *t*-test (for independent samples). Results showed significant differences for triplet 1 ($t(110) = -1.96, p \leq 0.05$), where the recall performance in VT was higher compared to SPT. Furthermore, the last three triplets were significantly different (triplet 8: $t(110) = 3.19, p \leq 0.01$; triplet 9: $t(110) = 2.94, p \leq 0.01$; triplet 10: $t(110) = 4.39, p \leq 0.01$) with higher scores in the SPT condition compared to VT. The advantage of encoding by enacting seems to stem from the last three positions of the to-be-remembered list.

The second question analyzed was whether the age effect can be explained by differences in strategic processing during recall. Therefore, the two age groups were compared to each other on a more detailed level than for question one: Separately for each encoding condition, the first, last and middle triplets in the older age group were compared to the respective triplets in the younger age group using *t*-tests for independent samples for session one.

This way of analysis was chosen because the research interest was whether there are differences in the serial position curves of different age groups after the specific kinds of encoding. In the SPT condition, the results show that there are age differences in nearly all triplets (Primacy: $t(54) = 2.30$, $p \leq 0.05$; Middle triplets: $t(54) = 1.98$, $p \leq 0.05$; triplet 8: $t(54) = 4.05$, $p \leq 0.01$; triplet 9: $t(54) = 2.33$, $p \leq 0.05$), except for the last triplet. For the VT condition, the results are similar in that an age effect can be found for all triplets (Primacy: $t(54) = 2.02$, $p = 0.05$; Middle triplets: $t(54) = 4.28$, $p < 0.01$; triplet 9: $t(54) = 2.30$, $p < 0.05$; triplet 10: $t(54) = 2.16$, $p < 0.05$) except one: Only for triplet 8 (Item 22–24 of a 30 item long list) no significant difference can be found.

For examining the third research question, data from session four was also included into the analysis. Here we analyzed the source of memory enhancement in SPT and VT by comparing the serial positions of the initial performance (session one) and the enhanced performance after task repetition (session four). Therefore, *t*-tests for paired samples were conducted separately for the two encoding conditions, comparing the first, the middle, as well as the last triplets from session one to the corresponding triplets of session four. In the SPT group, the significant performance enhancement after repeated learning can be explained by a significant higher amount of recalled middle positions of the list ($t(55) = -4.52$, $p \leq 0.01$). In VT, a significant performance enhancement can be shown for the middle triplets ($t(55) = -2.87$, $p \leq 0.01$) as well as for the last two triplets (triplet 9: $t(55) = -2.54$, $p \leq 0.01$; triplet 10: $t(55) = -2.89$, $p \leq 0.01$).

DISCUSSION

The findings of the present study are in line with previous research. The often reported serial position effects after VT and SPT with respect to age-related differences are replicated in the present study. After one learning session, which is the typical design used in traditional memory research, a primacy as well as a recency effect is observed after verbal learning of series of items independent of age. For the SPT condition, no primacy effect could be found in both age groups but an extended recency effect. The latter comprises six item positions for the older and even nine item positions for the younger participants.

The result pattern indicates that while participants of both age groups in the verbal learning condition seem to strategically process, that is, rehearse the first items, during verbal encoding, they do not do so after enacted learning: No primacy effect could be found in the SPT condition independent of age. Here, participants do not seem to strategically repeat (rehearse) the first items of a series and as a consequence, they do not reproduce these items more often than the middle ones. The extended recency effect in SPT suggests that the enactment effect stems from an automatic “pop-out”-retrieval mechanism that is due to the highly efficient item-specific information processing in SPTs (Zimmer *et al.*, 2000).

Taken together, these findings demonstrate that information processing in the VT condition seems to be rather similar in the two age groups: The serial position curves only differ in the recall level but not in their form. In the SPT condition, however, age-specific differences in the SPT condition emerge: Younger participants outperform the elderly in that they show a more extended

recency effect. This finding indicates that the older participants do not only remember fewer items than the younger participants but also have a somewhat different way of processing when remembering the items. This means that the age effect in VT and the age effect in SPT seem to have a slightly different process base.

In order to analyze the question, whether the enactment effect can be explained by differences in processing during recall, the serial position curves of SPT and VT were compared to each other during session one. In accordance with our expectation the last three triplets in session one were remembered significantly more in SPT than in VT. This shows that encoding by enacting seems to profit especially from remembering the last triplets of a presented list. Or in other words: The SPT effect stems from an extended recency effect. After verbal learning, there exists only a recency effect. This result was expected and shows the strong impact of SPT specifically on the last triplets of a list. In line with Seiler and Engelkamp (2003) it is assumed that item-specific information generated during encoding by enacting is especially effective leading to the advantage of SPT. In addition, a significantly higher amount of recall of the first triplet in VT compared to SPT was found. However, this result is only significant on a 5%-level and has to be interpreted carefully since the increased number of testings could lead to a cumulation of the alpha-error. Contrary to our expectation, there was no significant effect found for the middle items when comparing VT and SPT. Therefore, the higher performance level after SPT compared to VT seems not to be the result of a significant enhancement of middle items after encoding by enacting (Knopf, 2005).

Next to the enactment effect, the age effect was analyzed in more detail. Comparing the serial position curves of the two age groups in the VT condition, all differences are significant except one: For triplet 8, no significant age difference was found. The age effect in free recall performance of VTs stems from all triplets except for triplet 8. Another but nearly similar result pattern was found for the SPT condition: The only insignificant age difference in the serial position curves was shown for the last triplet. For all other item positions, the younger participants reached a higher amount of recalled items compared to the older participants. We expected to find differences in all of the serial positions. This expectation was not confirmed completely: Older participants seem to be as good as younger in remembering items from the last positions of a learned list. The age effect seems to be no effect of less strategic processing or of an overall lower performance level in all item positions. Nevertheless, one has to keep in mind that in the analyses of primacy and recency effects in the present paper, the extended recency effect was smaller in the older SPT group compared to the younger SPT group (including only triplet 9 and 10 in the older group). This result can be interpreted in a way that the age effect is probably not similar on all positions for VT and SPT. Further research should consider analyzing this on a more detailed level.

Moreover, the results of these analyses were only significant on a 1%-level for triplet 8 in SPT and for the middle triplets in VT. One has to keep in mind that the other significant results on a 5%-level could be the result of a cumulation of alpha-error because of multiple testing. Further research has to address this important question and has to replicate the findings reported here.

Regarding the performance enhancement, the processing in recall in session one was compared to the processing in session four for both encoding conditions. Results of this analysis showed a significantly increased recall of the middle positions of the serial position curve in SPT and VT. In addition, for VT, the analyses showed that the last two triplets (triplet 9 and 10) were recalled significantly more often in session four compared to session one. These results were in some way unexpected because we assumed that the serial position curves would stay in the same shape but would reach a higher level due to a higher effectiveness of the underlying processes. However, the results show that participants in the enactment encoding condition do not change their way of processing in that there is still no primacy effect found, indicating a lack of rehearsal also after four repetitions of the same task. This shows that in SPT, after repeating the task several times, strategic processing like rehearsing the first learned items is still not of importance. Furthermore, the extended recency effect probably was rather pronounced already in session one and, as a consequence, could not be improved any further. In the SPT condition, task repetition leads to an even further extended recency effect in that the middle positions are recalled on a higher level. This also holds true for the VT condition. Here, there is a significant performance enhancement in the middle and last triplets showing that participants of this encoding condition enhance their item-specific encoding during task repetition.

One open question in the present piece of research is whether additional mnemonic strategies may have been used during encoding and recall over the four recall sessions. The design ensured that verbal learning respective encoding by enacting as well as repeated learning have been used by all participants to encode actions, but on an individual level some participants may have applied strategies such as constructing a story during encoding to recall items systematically. Qualitative analyses of a strategy interview that was implemented at the end of the memory task give no support for this assumption. Only few participants apply additional mnemonic strategies and the reported strategy use has not increased from session one to four. It is a promising question for future research to investigate the role of material-induced strategy use on serial position curves in memory for actions, especially with regards to age.

Future research should also pay attention to processing speed, varying exposure times and delays. These parameters could also have an impact on the age differences found in the present article.

In sum, the present paper shows that the analysis of serial positions gives further insights into the possible reasons of age and enactment effect as well as performance enhancement after repeated learning: For the SPT effect, the last triplets of a list seem to be of importance. The age effect is not found in all serial positions, but in most of the item triplets. Furthermore, task repetition leads to a higher amount of remembering the middle positions in VT and SPT. In addition, in VT the last two triplets are recalled significantly more often in session four compared to session one.

These results help to get an understanding of the effects of enactment, age and repetition from an information processing view. The results concerning the enactment effect can be interpreted in terms of a non-strategic theoretical view. Future research should use these results in order to further analyze and explain the origins of this effect.

NOTE

¹Alternative analyses with “smoothed data” yielded the same results. This was done by taking the average of three consecutive positions, e.g., position 1, 2, and 3 for position 2 and so on. The first and last positions in the new list remained the same as in the original list.

REFERENCES

- Bäckman, L. (1984). *Age differences in memory performance: Rules and exceptions*. Doctoral thesis, University of Umea, Sweden.
- Bäckman, L. (1985a). Compensation and recoding: A framework for aging and memory research. *Scandinavian Journal of Psychology*, *26*, 193–207.
- Bäckman, L. (1985b). Further evidence for the lack of adult age differences on free recall of subject-performed tasks: The importance of motor action. *Human Learning*, *4*, 79–87.
- Bäckman, L. & Nilsson, L.-G. (1984). Aging effects in free recall: An exception to the rule. *Human Learning*, *3*, 53–69.
- Bäckman, L. & Nilsson, L.-G. (1985). Prerequisites for lack of age differences in memory performance. *Experimental Aging Research*, *11*, 67–73.
- Cohen, R. L. (1981). On the generality of some memory laws. *Scandinavian Journal of Psychology*, *22*, 267–281.
- Cohen, R. L. (1983). The effect of encoding variables on the free recall of words and action events. *Memory and Cognition*, *11*, 575–582.
- Cohen, R. L. (1989). Memory for action events: The power of enactment. *Educational Psychological Review*, *1*, 57–80.
- Cohen, R. L., Sandler, S. P. & Schroeder, K. (1987). Aging and memory for words and action events: Effects of item repetition and list length. *Psychology and Aging*, *2*, 280–285.
- Earles, J. L. (1996). Adult age differences in recall of performed and nonperformed items. *Psychology and Aging*, *11*, 638–648.
- Engelkamp, J. (1998). *Memory for actions*. Hove: Psychology Press.
- Engelkamp, J. & Krumnacker, H. (1980). Imaginale and motorische Prozesse beim Behalten verbalen Materials [Imaginal and motoric processes in remembering verbal material]. *Zeitschrift für experimentelle und angewandte Psychologie*, *27*, 511–533.
- Engelkamp, J. & Zimmer, H. D. (1983). Zum Einfluss von Wahrnehmen und Tun auf das Behalten von Verb-Objekt-Phrasen [Concerning the influence of perceiving and acting on remembering verb-object phrases]. *Sprache und Kognition*, *2*, 117–127.
- Engelkamp, J. & Zimmer, H. D. (1984). Motor program information as a separable memory unit. *Psychological Research*, *46*, 283–299.
- Engelkamp, J. & Zimmer, H. D. (1990). Imagery and action: Differential encoding of verbs and nouns. In P. J. Hampson, D. F. Marks & J. T. E. Richardson (Eds.), *Imagery: Current developments* (pp. 150–168). London: Routledge & Kegan Paul.
- Glanzer, M. & Cunitz, A. R. (1966). Two storage mechanisms in free recall. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behaviour*, *5*, 351–360.
- Growder, R. G. & Greene, R. L. (2000). Serial learning. In F. I. M. Craik & E. Tulving (Eds.), *The Oxford handbook of memory* (pp. 125–135). Oxford: Oxford University Press.
- Helstrup, T. (2005). In search of a motor element in memory for enacted events. *European Journal of Cognitive Psychology*, *17*, 389–403.
- Hoyer, W. J. & Verhaeghen, P. (2006). Memory aging. In J. E. Birren & W. Schaie (Eds.), *Handbook of the psychology of aging* (6th edn, pp. 209–233). San Diego: Academic Press.
- Kahana, M. J., Howard, M. W., Zaromb, F. & Wingfield, A. (2002). Age dissociates recency and lag recency effects in free recall. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, *28*, 530–540.
- Knopf, M. (1991). Having shaved a kiwi fruit: Memory of unfamiliar subject-performed actions. *Psychological Research*, *53*, 203–211.
- Knopf, M. (1992a). *Gedächtnis für Handlungen: Funktionsweise und Entwicklung [Memory for actions: Function and development]*. Unpublished postdoctoral thesis. University of Heidelberg.

- Knopf, M. (1992b). The age decline in memory: Can it be eliminated? In N. Fabris, D. Harman, D. L. Knook, E. Steinhagen-Thiessen & I. Zs-Nagy, *Physiopathological processes of aging* (pp. 172–179). New York: New York Academy of Sciences.
- Knopf, M. (1995a). Das Erinnern eigener Handlungen im Alter [The recall of own actions in old age]. *Zeitschrift für Psychologie*, *203*, 335–349.
- Knopf, M. (1995b). Beyond verbal memory – Enhancing memory by acting. *Facts and Research in Gerontology, Supplement*, 43–53.
- Knopf, M. (2005). Memory for subject-performed action events – In search of a memory theory. Unpublished Presentation in Stockholm.
- Knopf, M. & Neidhardt, E. (1989a). Aging and memory for action events: The role of familiarity. *Developmental Psychology*, *25*, 780–786.
- Knopf, M. & Neidhardt, E. (1989b). Gedächtnis für Handlungen unterschiedlicher Vertrautheit – Hinweise aus entwicklungspsychologischen Studien [Memory for actions with differences in familiarity – Results from developmental studies]. *Sprache & Kognition*, *8*, 203–215.
- Kormi-Nouri, R. & Nilsson, L.-G. (2001). The motor component is not crucial! In H. D. Zimmer, R. L. Cohen, M. J. Gynn, J. Engelkamp, R. Kormi-Nouri & M. A. Foley (Eds.), *Memory for action: A distinct form of episodic memory?* (pp. 97–111). Oxford: Oxford University Press.
- Kormi-Nouri, R., Nilsson, L.-G. & Bäckman, L. (1994). The dual-conception view reexamined: Attentional demands and the encoding of verbal and physical information in action events. *Psychological Research*, *57*, 42–46.
- Korsnes, M. S. & Magnussen, S. (1996). Age comparisons of serial position effects in short-term memory. *Acta Psychologica*, *94*, 133–143.
- Larsson, M., Nyberg, L., Bäckman, L. & Nilsson, L.-G. (2003). Effects on episodic memory of stimulus richness, intention to learn, and extra-study repetition: Similar profiles across the adult life span. *Journal of Adult Development*, *2*, 67–73.
- Nilsson, L.-G. (2000). Remembering actions and words. In F. I. M. Craik & E. Tulving (Eds.), *The Oxford handbook of memory* (pp. 137–148). Oxford: Oxford University Press.
- Nilsson, L.-G., Bäckman, L., Erngrund, K., Nyberg, L., Adolfsson, R., Bucht, G., Karlsson, S., Widing, M. & Winblad, B. (1997). The Betula prospective cohort study: Memory, health and aging. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, *4*, 1–32.
- Nilsson, L.-G. & Craik, F. I. M. (1990). Additive and interactive effects in memory for subject-performed tasks. *European Journal of Cognitive Psychology*, *2*, 305–324.
- Nyberg, L., Nilsson, L.-G. & Bäckman, L. (1992). Recall of actions, sentences, and nouns – influences of adult age and passage of time. *Acta Psychologica*, *79*, 245–254.
- Roediger, H. L. & Zaromb, F. M. (2010). Memory for actions – How different? In L. Bäckman & L. Nyberg, *Memory, Aging and the Brain – A Festschrift in Honour of Lars-Göran Nilsson*. New York: Psychology Press.
- Rönnlund, M., Nyberg, L., Bäckman, L. & Nilsson, L.-G. (2003). Recall of subject-performed tasks, verbal tasks, and cognitive activities across the adult life span: Parallel age-related deficits. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, *10*, 182–201.
- Rönnlund, M., Nyberg, L., Bäckman, L. & Nilsson, L.-G. (2005). Stability, growth, and decline in adult life span development of declarative memory: Cross-sectional and longitudinal data from a population-based study. *Psychology and Aging*, *20*, 3–18.
- Rundus, D. (1971). Analysis of rehearsal processes in free recall. *Journal of Experimental Psychology*, *89*, 63–77.
- Schatz, T. R., Spranger, T. & Knopf, M. (2010). Is there a memory profit after repeated learning of subject-performed actions? Comparing direct and long-term memory performance level as function of age. *Scandinavian Journal of Psychology*, *51*, 465–472.
- Seiler, K. H. & Engelkamp, J. (2003). The role of item-specific information for the serial position curve in free recall. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *29*, 954–964.
- Spranger, T., Schatz, T. R. & Knopf, M. (2008). Does action make you faster? A retrieval-based approach to investigating the origins of the enactment effect. *Scandinavian Journal of Psychology*, *49*, 487–495.
- Zimmer, H. D., Cohen, R. L., Guynn, M. J., Engelkamp, J., Kormi-Nouri, R. & Foley, M. A. (2001). *Memory for action: A distinct form of episodic memory?* New York: Oxford University Press.
- Zimmer, H. D., Helstrup, T. & Engelkamp, J. (2000). Pop-out into memory: A retrieval mechanism that is enhanced with the recall of subject-performed tasks. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *26*, 658–670.

Received 9 September 2010, accepted 26 March 2011

Cognition and Neurosciences

Does action make you faster? A retrieval-based approach to investigating the origins of the enactment effect

TINA SPRANGER, TANJA R. SCHATZ and MONIKA KNOPF

Goethe-University, Frankfurt, Germany

Spranger, T., Schatz, T. R. & Knopf, M. (2008). Does action make you faster? A retrieval-based approach to investigating the origins of the enactment effect. *Scandinavian Journal of Psychology*, 49, 487–495.

The enactment effect, the stable finding that memory for action phrases is enhanced in a subject-performed compared to a verbal task (SPT; VT), has repeatedly been demonstrated. The question remains whether the enactment effect has to do with specific characteristics of the SPT-retrieval process. Experiment 1 tested younger and older adults in a within-subjects design with two direct free recall tests. Thorough analyses of the recall process showed that the benefit from self-performing the items becomes apparent early into the retrieval phase for both age groups. Experiment 2 tested the same age groups with a retention phase of 30 minutes. The same general results pattern emerged. The acceleration of the recall process in SPTs is indicative of a heightened accessibility of the actively encoded material, making it less susceptible to forgetting. This property of SPTs must be taken into account when trying to determine the origins of the enactment effect.

Key words: Memory for action events, retrieval, age differences.

Tina Spranger, Goethe-University, Department of Developmental Psychology, Georg-Voigt-Str. 8, D – 60325 Frankfurt am Main/Germany. Tel: +49 (69) 798-28879; fax: +49 (69) 798-28595; e-mail: T.Spranger@psych.uni-frankfurt.de

INTRODUCTION

The retention of simple action phrases such as “to eat an apple” can be improved considerably when participants symbolically execute the actions corresponding to the to-be-remembered phrases during encoding. In such a subject-performed task (SPT) participants have been shown to recall more of the learning material than when phrases are memorized only by reading them (verbal task, VT). This enactment effect is perhaps one of the most reliable findings in psychological research on memory and has been described in an abundance of literature since the introduction of the enactment paradigm in the early 1980s (Cohen, 1981; Engelkamp & Krumnacker, 1980; Saltz & Donnenwerth-Nolan, 1981).

The enactment effect has been found in many experimental variations and it occurs consistently independent of, for instance, the retention interval (e.g. Knopf & Neidhardt, 1989b; Nyberg, Nilsson & Bäckman, 1992), the familiarity of the actions in question (e.g. Knopf & Neidhardt, 1989a; Knopf, 1991) or the age of participants (e.g. Cohen, Sandler & Schroeder, 1987; Knopf, 1992; Nilsson & Craik, 1990). Consequently, researchers have made numerous suggestions as to what it may be that is responsible for the finding that more items appear to be available for retrieval following SPTs in comparison to VTs. Theories on the cognitive processes underlying the enactment effect can be divided into two major categories (Nilsson, 2000), with one theoretical cluster emphasizing the importance of motor information for the effect’s occurrence (e.g. Bäckman & Nilsson, 1984, 1985; Engelkamp & Zimmer, 1984, 1985), and the other suggest-

ing that not the motor component but rather conceptual and semantic processing is the crucial factor (Knopf, Mack, Lenel & Ferrante, 2005; Kormi-Nouri, 1995, 2000). In support of the importance of the motor component, Bäckman and Nilsson (1984, 1985) suggest that it is the multimodality of SPTs that enhances memory performance: Enactive encoding of action phrases involves several modalities (usually verbal, visual and motoric, sometimes haptic, when real objects are used), whereas VTs lack the motoric (and haptic) modality. Bäckman, Nilsson and Chalom (1986) and Nilsson and Bäckman (1989) further state a dual code hypothesis, proposing that SPTs consist of both physical and verbal properties, but that the physical component is encoded incidentally, non-strategically and retrieved implicitly, whereas the verbal component usually requires strategic, mostly intentional encoding and is retrieved explicitly. They suggest that explicit retrieval of the verbal components is triggered by implicitly accessing the physical components of an SPT. Because VTs don’t normally have physical components to implicitly trigger recall of verbal components, they are recalled less than SPTs.

Engelkamp and Zimmer (1984, 1985) also strongly emphasize the role of physical movement for the enactment effect. They suggest a specific motor subsystem in memory that is activated in SPTs, giving them an advantage over VTs, where only verbal and visual memory codes are involved. Engelkamp and Zimmer go on to highlight that whereas verbal and visual processing improves item-relational encoding, motor encoding is different because it enhances item-specific information. This in turn leads to very distinct memory entries that are more likely

to “pop out” automatically during recall (Zimmer, Helstrup & Engelkamp, 2000).

That it is not, in fact, the physical movement, but rather a deeper conceptual and semantic processing leading to the enactment effect is postulated by proponents of the second theoretical cluster. In this approach, formulated in theories by Helstrup (1987), Kormi-Nouri (1995) and Knopf (1992), there is no assumption of specific memory codes accountable for the enactment effect. Kormi-Nouri (1995) suggests that SPTs inherently increase the degree of self-involvement. Knopf (1992) goes on to highlight the mnemonic power of the planning processes that are necessary to execute an action in the SPT condition. Not the physical movement is the crux, but rather the conceptual preparation, planning and coordination processes involved in an SPT contribute to the enactment effect. Experiments involving the so-called director’s task, in which participants are asked not to enact the to-be-remembered phrases but to mentally plan the actions to be able to then instruct an actor to perform them, also show a clear memory profit, which is seen as an indication that the beneficial effect of enactment becomes operative already at the planning stage and is not dependent on actual movement (Knopf, 1992). Generally, from this theoretical stance, VTs and SPTs are not thought to involve different modality specific information processes during encoding. Rather it is believed that in both cases conceptual information is generated but to different levels of comprehensiveness. Helstrup (1993) as well as Kormi-Nouri (1995) suggest that next to the very rich item-specific information generated in SPTs, they also lead to high inter-item-integration by adding relational information. This causes an increase in the distinctiveness of SPT memory traces compared to VT memory traces, which in turn makes them easier to recall.

In search of an explanation for the enactment effect the retrieval process has, of course, been investigated as well. In studies using free recall as the retrieval mode of choice it has repeatedly been confirmed that the serial position curves differ for VTs and SPTs (Bäckman & Nilsson, 1984, 1985; Cohen, 1983; Seiler & Engelkamp, 2003; Zimmer, Helstrup & Engelkamp, 2000). Whereas verbal encoding typically results in a classical U-shaped serial position curve with significant primacy and recency effects (Murdock, 1962), SPTs lack a primacy effect. As the primacy effect is often attributed to active rehearsal during encoding (e.g. Rundus, 1971; Seiler & Engelkamp, 2003), the lack of it in SPTs could be interpreted as an indication of the non-strategic nature of enacted encoding (Cohen, 1983). Zimmer *et al.* (2000, see also Cohen, 1983; Seiler & Engelkamp, 2003) report an extended recency effect in SPTs, attributing this to the superior item-specific information generated in the encoding phase that enhances distinctiveness relative to VTs. This, so they argue, then leads to the automatic “pop-out” of SPT-items during retrieval.

As different as the two main approaches for explaining the SPT memory profit may be, they agree that enactment generates an elaborative and contextually rich encoding of verbal stimuli and enhances item-specific information. Proponents of both

theoretical stances base their line of argumentation on investigations of the quantitative improvement of the memory load in SPTs. The amount of items recalled has been analyzed under numerous experimental variations. Which items of a series of action phrases are recalled best dependent on the type of encoding has been investigated as well (see e.g. Cohen, 1983; Seiler & Engelkamp, 2003). As of yet, not much is known on retrieval processes in terms of accessibility and speed of recall following encoding by enactment.

Investigation of the recognition process of SPTs and VTs has shown that SPTs are recognized not only more frequently but faster as well (e.g. Daprati, Nico, Saimpont, Franck & Sirigu, 2005; Freeman & Ellis, 2003). Action phrases enacted at encoding show shorter recognition latencies than verbally encoded items, which has again been ascribed to the greater distinctiveness of SPTs in terms of enhanced item-specific information. It appears then, that when memory performance is assessed in a recognition test, action does indeed make you faster. Thus, memory load after encoding by enacting is not only more comprehensive but more accessible for recognition as well. But what about the accessibility of VT- versus SPT-items in free recall? Knopf and Neidhardt (1989b) had participants write down every item they could recall and investigated the role of the length of the retrieval period. This required participants to draw a line underneath the last item they had recalled when the experimenter asked them to after exactly 2 minutes, but they were allowed to continue recall. Unsurprisingly, overall performance was superior to what had been recalled after 2 minutes. Interestingly though, Knopf and Neidhardt found a significant enactment effect at the 2-minute-marker already. This may imply faster retrieval of SPTs in free recall but has not been further investigated in their study. However, a further insight gained from the analysis of an additional delayed recall in this study may be interpreted along similar lines: Knopf and Neidhardt found SPTs to be particularly resistant to forgetting in that participants not only still exhibited an enactment effect after the delay but they did so to a larger extent. Nilsson, Cohen and Nyberg (1989) investigated normal forgetting in SPTs and VTs and found a more marked slope of the forgetting curve for the verbal material, but only for relatively short retention intervals. When looking at longer intervals, no differences in slope could be detected. Nyberg *et al.* (1992) were able to replicate this finding, seeing this as an indication that in SPTs there is less forgetting over the initial minutes of retention than in VTs. They consider a decreased susceptibility to proactive interference in SPTs (see Nilsson & Bäckman, 1991) a possible explanation for the difference in forgetting rates. A study on directed forgetting of SPTs by Earles and Kersten (2002) lends further support to the assumption that actively encoded material is particularly resistant to decay: Compared to verbal material, SPTs were difficult to intentionally forget, which was attributed to strong item-specific processing by the authors. In sum, these results give reason for the assumption that underlying the enactment effect is a better accessibility of material encoded by performing an action, causing a faster retrieval as

Table 1. *Person characteristics*

Age group	Gender	Type of graduation			Education (years) Mean (SD)
	Male/female	Secondary/junior high	High school diploma	University degree	
18–33	8/12	1	17	2	13.40 (1.64)
58–76	7/13	10	2	8	14.00 (3.40)

Note: Graduation in years was estimated with 11 (secondary/junior high), 13 (high school diploma), and 18 (university degree) years depending on the type of graduation.

well as making SPTs less susceptible to memory decay over time.

To our knowledge, no literature exists on analyses of SPT versus VT free recall phases in terms of their temporal progression. The present study will take this issue as its main focus. Based on the findings of Knopf and Neidhardt (1989b) as well as the shorter recognition latencies for SPTs found by, for instance, Daprati *et al.* (2005), we were interested in potential differences in the speed at which action phrases are retrieved in free recall as a function of encoding condition. Where previous research and theories see the enactment effect in terms of a greater amount of items available in memory following SPT-encoding, we postulate that this is not necessarily the only way to explain the effect's occurrence. If SPT-material is indeed more accessible during retrieval, there does not have to be more in memory storage than after VT-encoding for an overall better performance. Rather, the effect may be the result of a higher rate of forgetting for VT-material, which is less accessible, slower to be retrieved and, therefore, more vulnerable to memory decay than highly accessible SPTs. Hence, in contrast to previous research, this approach attempts a time-based explanation of the enactment effect.

Age differences have been studied extensively within the SPT-paradigm as well (e.g. Bäckman & Nilsson, 1984, 1985; Brooks & Gardiner, 1994; Cohen *et al.*, 1987; Knopf, 1995; Knopf & Neidhardt, 1989a). While some studies report smaller age-related memory impairments after enacted encoding (e.g. Bäckman & Nilsson, 1984, 1985; Brooks & Gardiner, 1994), others maintain that the memory profit gained from enactment is the same for younger and older adults and that the typical age differences do not change as a function of encoding condition (e.g. Cohen *et al.*, 1987; Knopf, 1995; Knopf & Neidhardt, 1989a). As age differences in memory performance are frequently ascribed to age-related differences in speed of processing (e.g. Kail, 1992; Salthouse, 1996, 2004), we were interested to see how the different encoding conditions would influence the speed of free recall in younger and older participants.

Two experiments were conducted in order to investigate possible differences in the temporal progression of free recall as a function of encoding condition and age. The first experiment looked at direct free recall of verbally and actively encoded action phrases. Free recall was delayed by 30 minutes in the second experiment for an investigation of the possible influence of short-term memory on recall speed in VT and SPT memory.

EXPERIMENT 1

Method

Design. The design was 2 age (younger/older) \times 2 type of encoding (VT/SPT), with the first factor varying between subjects and the second within subjects.

Participants. Forty participants took part in the study. Twenty of these were in the younger age group with an age range from 18 to 33 years ($M = 23.57$; $SD = 3.46$); 20 were in an older age group with ages ranging from 58 to 76 years ($M = 65.45$; $SD = 4.92$). The younger group mainly consisted of psychology undergraduates from the Goethe-University participating for course credits. Older participants were recruited at a computer club for senior citizens in Frankfurt as well as at the Frankfurt University for senior students. Participation was voluntary and unpaid. Person characteristics are given in Table 1. A one-way ANOVA shows no differences between the average years of education for the different age groups.

Material. Learning material consisted of two lists of 24 simple action phrases each. To ensure a similar degree of difficulty, lists were parallelized in that both contained the same number of items from each of five categories of action phrases (Eating/Drinking, Housekeeping, Leisure, Clothing and Personal Hygiene). No action phrases involving body parts were included. Since, in the SPT-condition, participants were asked to perform the actions symbolically, that is without the phrase's object at hand, items involving parts of the body as the object (e.g. to scratch one's nose) can be seen as an exception because in such cases the object is, of course, at hand.

Items were presented on a computer-screen using a PowerPoint presentation, in which every item was presented for 6 seconds followed by 2 seconds of blank screen. The onset of every item was preceded by an acoustical signal.

Procedure. Each participant was tested individually in one session lasting around 45 minutes. Following a brief introduction, they were seated in front of a computer screen for the first encoding phase. The order in which participants received the different encoding instructions, VT or SPT, was randomly counterbalanced across the sample, that is, half the participants first encoded verbally, then by enacting while the other half received instructions in the reverse order. The two series of action phrases were also interchanged between the two encoding conditions. In VTs, participants were instructed to read the phrases out loud as soon as they appeared on the screen and to memorize them well, as they would have to recall as many as possible afterwards (intentional learning instruction). SPT instructions were the same as for VTs, only that this time participants were asked to also perform the action described by the item symbolically, that is without the phrase's object in hand. A free recall test followed immediately after each encoding phase in which participants were asked to verbalize all items they could remember. There was no time frame for this direct free recall test, but participants were

Table 2. Average sum of correctly recalled action events by age group and encoding condition

Condition	Age groups	
	Younger adults Mean (SD)	Older adults Mean (SD)
Verbal Task (VT)	13.52 (5.03) Min = 8; Max = 23	7.30 (2.57) Min = 5; Max = 16
Subject Performed Task (SPT)	14.80 (3.37) Min = 9; Max = 20	10.45 (2.79) Min = 3; Max = 13

Note: Optimum score = 24.

asked to end recall by saying when they were sure they couldn't remember anymore phrases. The recall phases were audio-recorded in mp3-format for later analysis.

Following the first encoding phase and the ensuing free recall, participants underwent three subtests taken from the German version of the Wechsler Adult Intelligence Scale (Hamburg-Wechsler Intelligenztest für Erwachsene; HAWIE-R; Tewes, 1991): first the digit-span test, then the vocabulary-test and finally digit-symbol coding. The tests were administered in order to minimize interference from the first action-phrase encoding during the second encoding phase as well as to check whether there were group-differences in terms of basic intellectual abilities such as working memory (digit-span test), verbal comprehension (vocabulary-test) or processing speed (digit-symbol coding).

After the second encoding phase and free recall test, participants filled out a questionnaire about the memory-tasks, asking about any difficulties they may have had with the tasks as well as any strategies they may have used.

Scoring. The verbal recall of the action events was transcribed. All verbatim as well as in their meaning correctly recalled items were assessed. All recordings were further analyzed using a computer program (mp3-direct-cut) that allowed an assessment of the recalled items' latencies to the millisecond. Time measurement started directly after the final word of instruction by the experimenter. For each recalled item a start- and an end-latency was recorded, allowing for the calculation of inter-item-latencies. The time at which participants ended the recall period was also recorded.

Results

A comparison of the two age groups with regard to their performance on the three subscales of the Wechsler Adult Intelligence Scale yielded no significant differences. For this calculation, using a one-way ANOVA, scores on the subscales were age-adjusted as prescribed in the WAIS manual. Younger and older participants, hence, performed on an equivalent intellectual level.

To ensure equivalent difficulty of the two series of action phrases, the average number of items recalled for each series dependent on the encoding condition was calculated. A one-way ANOVA yielded no significant differences between the series in either of the encoding conditions (SPT: $F(1, 38) = 0.02$, $p = 0.89$; VT: $F(1, 38) = 0.54$, $p = 0.47$).

Further, to check for order effects a one-way ANOVA with the order in which encoding conditions were presented (VT-SPT versus SPT-VT) as the factor was run across age groups and yielded no significant results. Therefore the data were collapsed across order of presentation. The mean overall number of

correctly recalled action phrases as a function of age group and encoding condition is given in Table 2.

In order to investigate the temporal progression of the recall phases, it was analyzed how the amount of recalled items increased in 15-second intervals, that is, it was counted how many action phrases had been recalled 15 seconds into the recall phase, how many after 30 seconds and so on. The total for each time point was then used for further analyses.

A 2 (age group) \times 2 (encoding condition) \times 7 (time point) repeated measures ANOVA with encoding condition and time point as the within-subjects factors found main effects for encoding condition ($F(1, 38) = 7.80$, $p < 0.01$, $\text{Eta}^2 = 0.17$), age group ($F(1, 38) = 25.59$, $p < 0.001$, $\text{Eta}^2 = 0.40$) and, unsurprisingly, time point ($F(6, 228) = 188.36$, $p < 0.001$, $\text{Eta}^2 = 0.83$). Additionally, there was a significant encoding condition \times time point interaction ($F(6, 228) = 7.93$, $p < 0.001$, $\text{Eta}^2 = 0.17$) as well as age group \times time point interaction ($F(6, 228) = 15.06$, $p < 0.001$, $\text{Eta}^2 = 0.28$) pointing toward a different temporal progression of the recall process as a function of encoding condition on the one hand and age group on the other. We also found a significant interaction between age and encoding condition ($F(1, 38) = 4.95$, $p < 0.05$, $\text{Eta}^2 = 0.12$), suggesting a different influence of encoding type for the two age groups. However, no three-way interaction between age group, encoding condition and time point could be detected.

T-tests for paired samples were run for each age group, confirming the indication of the age group \times encoding condition interaction. Whereas older participants showed a significant enactment effect across both orders of presentation ($t(19) = 6.08$, $p < 0.001$), younger participants did not. Therefore, we ran further paired-samples *t*-tests, this time looking at each presentation order individually. In the younger age group, a significant enactment profit was found only for those participants who had first encoded the action phrases verbally, then while performing them ($t(10) = 3.04$, $p < 0.05$). In the order SPT-VT, younger participants showed no significant effect of encoding type. Older participants profited significantly from enactment independent of the order of the two encoding types (VT-SPT: $t(9) = 4.05$, $p < 0.01$; SPT-VT: $t(9) = 4.53$, $p < 0.001$). It appears that whereas younger participants may have recognized the beneficial effect of enactment and carried over some kind of strategy from SPT to VT, older participants did not.

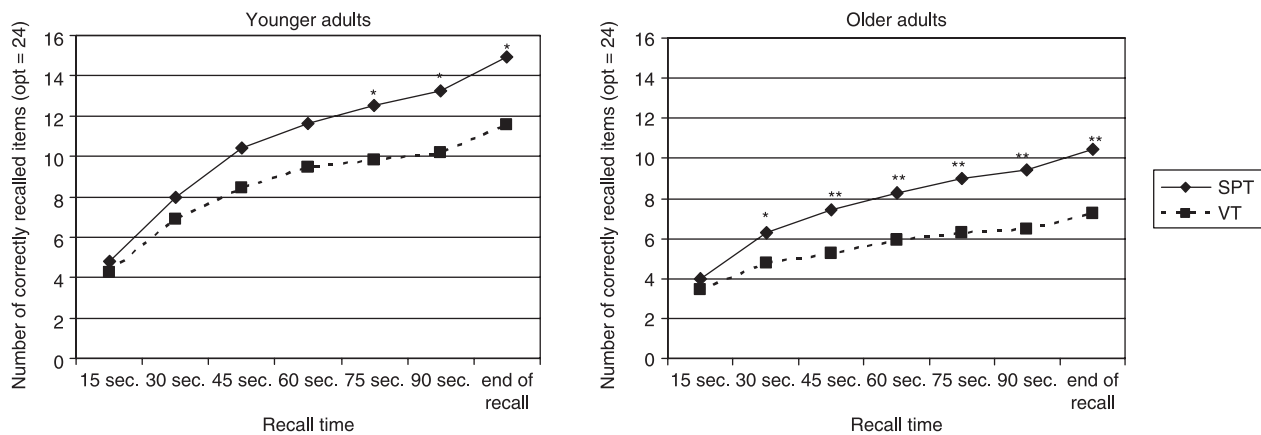


Fig. 1. Recall as a function of type of encoding in both age groups. * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$.

To investigate how early into the recall phase the enactment profit for memory performance is discernible, a general trend already suggested by the encoding condition \times time point interaction, t -tests for paired samples were run for the first six 15-second intervals in each age group. As a significant enactment effect is a prerequisite for such calculations, only those participants in the younger group were included that had received the VT-SPT order of presentation ($N = 11$). Figure 1 illustrates the increase in recalled items over the recall phase as a function of encoding type and age group. Although we were unable to find a three-way interaction between age group, encoding condition and time point, these further analyses indicate differences between the age groups in terms of the enactment effect's first occurrence. Significant results were found from 75 seconds into the recall phase onwards in the younger age group (75 seconds: $t(10) = 2.63$, $p < 0.05$; 90 seconds: $t(10) = 2.49$, $p < 0.05$). For older participants the enactment effect appeared at an even earlier time into the recall phase, from 30 seconds onwards (30 seconds: $t(19) = 4.04$, $p < 0.001$; 45 seconds: $t(19) = 6.68$, $p < 0.001$; 60 seconds: $t(19) = 5.62$, $p < 0.001$; 75 seconds: $t(19) = 5.37$, $p < 0.001$; 90 seconds: $t(19) = 5.23$, $p < 0.001$).

In light of the finding that younger participants exhibit an enactment effect only when tested in the VT-SPT order of presentation, it is interesting to investigate the influence of the within-design on the temporal progression of recall performances in further detail. To do so, we looked at the age groups separately and ran one-way ANOVAs with order of presentation as the factor for each time point in each encoding condition. For older participants no significant differences were found, confirming the above results. However, younger participants' VT performances showed marginally significant differences ($p < 0.07$; $\text{Eta}^2 > 0.17$) in favor of the second recall phase after 45, 60, 75 and 90 seconds. They did, in fact, exhibit a significantly better performance at the 15-second interval when VT was the second encoding task ($F(1, 19) = 5.35$, $p < 0.05$, $\text{Eta}^2 = 0.23$), but this difference could not be detected for the final recall score. It appears then that, as suggested in the above, younger participants do show an influence of the within-design in their performances,

but only for the dependent measurement of VTs following independent SPT-encoding. Because young participants who had first encoded by enacting subsequently showed better VT performances, we were unable to detect an enactment effect in this group. No such pattern was found for older participants.

Experiment 1 replicates the enactment effect across age groups, in that SPTs manifest themselves in a superior memory performance in comparison to VTs. An age effect, that is the fact that younger participants outperform older participants, is also found. A closer look at the recall processes as a function of the type of encoding shows an accelerated recall of SPTs in comparison to VTs. This suggests superior accessibility of SPT-compared to VT-encoded material during the recall process. Whether this pattern is based on short-term memory or tied to direct free recall or whether it persists over longer retention intervals was investigated in a second experiment, which tested SPT and VT memory performance in a delayed free recall test.

EXPERIMENT 2

Experiment 2 tried to replicate the results of the previous study with a longer retention interval. By delaying the recall period by 30 minutes, differences in performance after SPT and VT encoding will reflect encoding-specific influences that are independent of short term memory. Instead of a within-subjects a between-subjects design was used in Experiment 2 in order to avoid possible carry-over effects of a learning strategy, as found in the younger age group in Experiment 1.

Method

Design. The design was 2 age (younger/older) \times 2 type of encoding (VT/SPT), with both factors varying between subjects.

Participants. Eighty participants took part in the study. Forty of these were in the younger age group with an age range from 18 to 34 years ($M = 22.05$; $SD = 3.82$); 40 were in an older age group with ages ranging from 55 to 83 years ($M = 65.88$; $SD = 5.32$). The younger group

Table 3. *Person characteristics for participants in Experiment 2*

Age group	Gender	Type of graduation				Education (years) Mean (SD)
	Male/female	Elementary/secondary	Secondary/junior high	High school diploma	University degree	
18–34	7/33	0	0	34	6	13.80 (1.81)
55–83	13/27	4	13	5	18	14.20 (3.60)

Note: Graduation in years was estimated with 9 (elementary/secondary), 11 (secondary/junior high), 13 (high school diploma), and 18 (university degree) years depending on the type of graduation.

Table 4. *Average sum of correctly recalled action events by age group and encoding condition*

Condition	Age groups	
	Younger adults Mean (SD)	Older adults Mean (SD)
Verbal Task (VT)	9.10 (3.53) Min = 3; Max = 17	4.90 (2.29) Min = 2; Max = 10
Subject Performed Task (SPT)	12.20 (2.35) Min = 8; Max = 18	7.60 (2.50) Min = 3; Max = 12

Note: Optimum score = 24.

mainly consisted of psychology undergraduates from the Goethe-University participating for course credits. Older participants were recruited at a computer club for senior citizens in Frankfurt as well as at the Frankfurt University for senior students. Participation was voluntary and unpaid. Person characteristics are given in Table 3. A one-way ANOVA shows no differences between the average years of education for the different age groups.

Material. The same learning material as in Experiment 1 was employed and presented in the same way.

Procedure. The procedure was very similar to Experiment 1, but as this time a between design was used, participants underwent only one encoding condition, either VT or SPT. Also, and most importantly, recall of action phrases was delayed by 30 minutes.

Following SPT- and VT-encoding respectively, five psychometric tests were administered to fill the 30-minute delay. First, participants were given three subtests of the LGT-3, a German test battery assessing memory and learning (Bäumler, 1974). All three subtests ("town map", "library" and "company signs") require memorization of a given stimulus in order to be able to answer questions on it at a later stage. The LGT-3 subtests were given to check for potential differences between participants in their verbal and figural memory abilities. Further, participants were given the word-test of the Intelligenz-Struktur-Test, a German intelligence test (IST, Amthauer, Brocke, Liepmann & Beauducel, 2001) as a further measure of verbal memory. Finally, the digit-span task, taken from the German version of the WAIS, was administered. Of the three different test-batteries used, only the WAIS offers the adjustment of scores with respect to the age of the participants. Hence, while age differences are to be expected for the non-adjusted scores, differences in the WAIS digit-span-task could be seen as an indication of variation between the age groups in terms of their intellectual abilities. However, it is important to note that the priority of the present experiment was a close adherence to the 30-minute delay. Hence, if necessary, psychometric testing was interrupted when the time had elapsed and resumed after recall of action phrases, or, alternatively, participants were asked questions about the previous tasks until the end of the delay period.

Thirty minutes after the encoding of action phrases in either the VT or SPT condition, a free recall test was implemented. The procedure was the same as in Experiment 1.

Scoring. The audio-recordings of the recall phase were scored in the same way as in Experiment 1.

Results

As expected, analyses of variance yielded significant age differences in the three LGT-3 subtests as well as on the IST word-test, in that younger participants generally outperformed older ones in their memory capacity (town map: $F(1, 79) = 11.21, p < 0.001, \text{Eta}^2 = 0.13$; library: $F(1, 79) = 18.13, p < 0.001, \text{Eta}^2 = 0.19$; company signs: $F(1, 78) = 23.83, p < 0.001, \text{Eta}^2 = 0.24$; IST word test: $F(1, 77) = 36.01, p < 0.001, \text{Eta}^2 = 0.32$). No difference was found between the two groups' age-adjusted performances on the WAIS digit-span task.

The mean overall number of correctly recalled action phrases as a function of age group and encoding condition is given in Table 4.

A 2 (age group) \times 2 (encoding condition) \times 7 (time point) repeated measures ANOVA with time point as the within-subjects factor tested participants' memory performances for the expected enactment and age effects. Both could be confirmed, with a significant main effect for age group ($F(1, 76) = 69.08, p < 0.001, \text{Eta}^2 = 0.48$) and encoding type ($F(1, 76) = 16.59, p < 0.001, \text{Eta}^2 = 0.18$). Necessarily, there was also a main effect of time point ($F(6, 456) = 148.67, p < 0.001, \text{Eta}^2 = 0.66$). Finally, we found a significant encoding condition \times time point interaction ($F(6, 456) = 11.67, p < 0.001, \text{Eta}^2 = 0.13$) as well age group \times time point interaction ($F(6, 456) = 13.51, p < 0.001, \text{Eta}^2 = 0.15$).

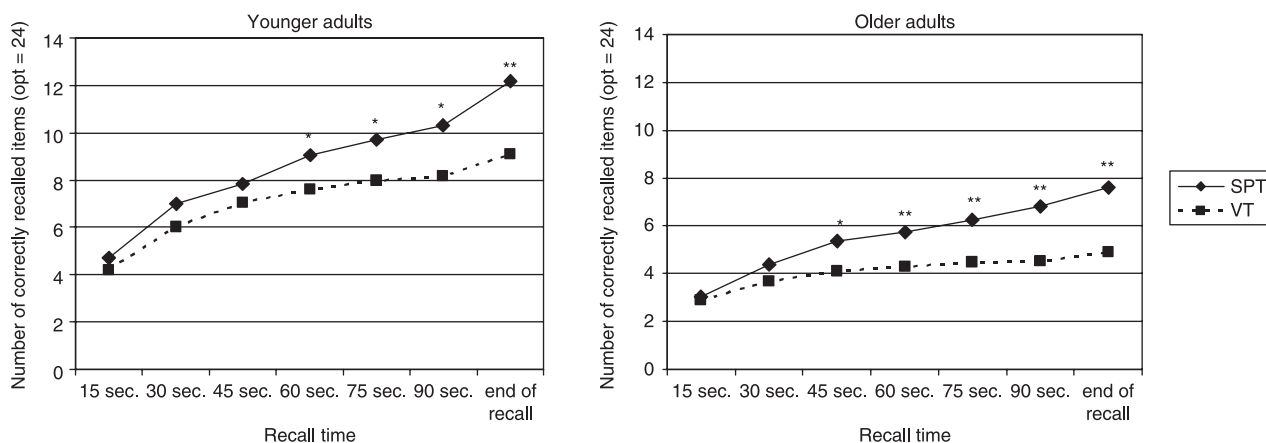


Fig. 2. Delayed recall progression as a function of type of encoding in both age groups. * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$.

again pointing towards differential temporal progressions of the recall phases as a function of the type of encoding and age group. As in Experiment 1, there was no significant three-way interaction between age group, encoding condition and time point.

To further investigate the trend indicated by the encoding condition \times time point interaction, one-way ANOVAs were run for both age groups, comparing memory performance between VTs and SPTs in six 15-second intervals as well as for the overall recall performance (see Experiment 1). A similar pattern emerged, with older participants showing the benefit earlier into the recall phase than younger ones (although, again, this pattern was not mirrored in a corresponding interaction). Figure 2 illustrates the increase in recalled items over time in delayed recall as a function of encoding type and age group. Younger participants had recalled significantly more items in the SPT condition from 60 seconds into retrieval onwards (60 seconds: $F(1, 39) = 5.00, p < 0.05, \text{Eta}^2 = 0.12$; 75 seconds: $F(1, 39) = 4.99, p < 0.05, \text{Eta}^2 = 0.12$; 90 seconds: $F(1, 39) = 7.01, p < 0.05, \text{Eta}^2 = 0.17$; overall: $F(1, 39) = 10.41, p < 0.01, \text{Eta}^2 = 0.22$). In the older age group the enactment profit became apparent from 45 seconds into the recall phase onwards (45 seconds: $F(1, 39) = 6.72, p < 0.05, \text{Eta}^2 = 0.15$; 60 seconds: $F(1, 39) = 8.16, p < 0.01, \text{Eta}^2 = 0.18$; 75 seconds: $F(1, 39) = 8.90, p < 0.01, \text{Eta}^2 = 0.19$; 90 seconds: $F(1, 39) = 12.48, p < 0.001, \text{Eta}^2 = 0.25$; overall: $F(1, 39) = 12.67, p < 0.001, \text{Eta}^2 = 0.25$).

In order to investigate the difference between the types of memory test used in the two experiments, direct and delayed free recall, the independent measurements taken in Experiment 1 (i.e., recall performances after the first encoding phase only, either VT or SPT) were compared with the respective measurements in Experiment 2. To do so, VT-performance in the direct free recall was compared with VT-performance in the delayed free recall at all time-points for both age groups. The same was done for SPT-performances. It has to be noted that this procedure was only feasible with relatively small group sizes from Experiment 1 (VT: young participants $N = 11$, old participants $N = 10$; SPT: young participants $N = 9$, old participants $N = 10$) as only the first recall phases were suitable for comparison with

the unaltered groups of Experiment 2. Two separate 2 (age group) \times 2 (experiment) \times 7 (time point) repeated measures ANOVAs, one for each encoding condition, with experiment and time point as the within-subjects factors yielded main effects for age group (VT: $F(1, 57) = 32.05, p < 0.001, \text{Eta}^2 = 0.36$; SPT: $F(1, 55) = 26.89, p < 0.001, \text{Eta}^2 = 0.33$), experiment (VT: $F(1, 57) = 5.03, p < 0.05, \text{Eta}^2 = 0.08$; SPT: $F(1, 55) = 20.09, p < 0.001, \text{Eta}^2 = 0.27$) and time point (VT: $F(6, 342) = 86.85, p < 0.001, \text{Eta}^2 = 0.6$; SPT: $F(6, 330) = 194.83, p < 0.001, \text{Eta}^2 = 0.78$). Further, significant time point \times age group (VT: $F(6, 342) = 11.57, p < 0.001, \text{Eta}^2 = 0.17$; SPT: $F(6, 330) = 7.54, p < 0.001, \text{Eta}^2 = 0.12$) as well as time point \times study interactions (VT: $F(6, 342) = 4.63, p < 0.001, \text{Eta}^2 = 0.08$; SPT: $F(6, 330) = 4.89, p < 0.001, \text{Eta}^2 = 0.08$) were found in both encoding conditions, suggesting a generally slower recall process for older participants as well as a generally slower recall after the 30-minute delay. Figure 3 shows VT and SPT recall phases in the direct and free recall test respectively for both age groups, illustrating how test type does indeed decrease performance in terms of both speed and number of recalled items while the general pattern of a faster recall for SPT-material remains.

GENERAL DISCUSSION

The data from both experiments replicate the enactment effect as well as characteristic age differences in overall memory performance in favor of younger participants. Further, analyses of the retrieval processes in immediate and delayed free recall indicate significant differences in the temporal progression of SPT and VT recall phases. While previous research has focused on the assumption that encoding by enacting results in more actions being stored in memory, leading to the enactment effect, our findings suggest that actively encoded items appear to be more accessible to retrieval. The quantitative memory improvement found for SPTs is accompanied by a faster recall in comparison to VT-recall as well, which, in turn, may be the underlying cause of the effect, as heightened accessibility makes for less likelihood of decay of the memory trace before it is retrieved.

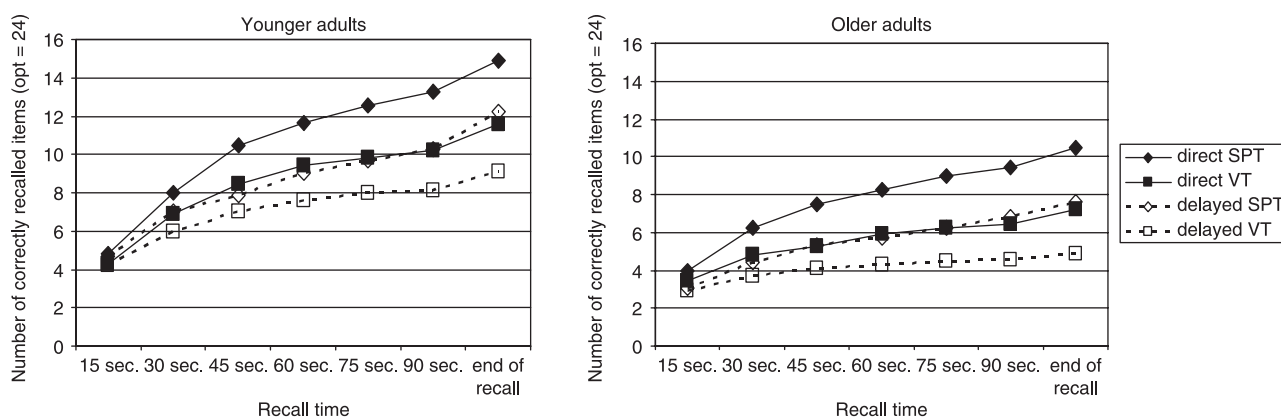


Fig. 3. Recall progression as a function of the type of memory test and encoding condition in both age groups.

And although delaying the recall period by 30 minutes appears to lead to a general slowing of the process, the pattern of a faster retrieval of SPT-material remains. This is in line with Knopf and Neidhardt's (1989b) findings of an early emerging enactment effect. In fact, Experiment 1 finds this pattern as early as 30 seconds into the recall phase for older participants, while younger participants exhibited a significant SPT superiority from 75 seconds into recall onwards. Not only recognition latencies are sped up by enactment of the items during encoding (Daprati *et al.*, 2005; Freeman & Ellis, 2003), but action makes for a faster retrieval process in free recall as well. This could well be interpreted in terms of the "pop-out" effect caused by enactment during the encoding phase that Zimmer *et al.* (2000) describe, since an automatic retrieval should lead to a faster recall than an effortful memory search. However, finding a similar pattern in Experiment 2, where memory was assessed in a delayed free recall, pulls Zimmer *et al.*'s explanatory attempt for such an automatic "pop out" into question: Whereas they see a particularly pronounced recency effect in direct free recall of SPTs as underlying this automaticity, it is harder to apply this to a delayed free recall task, where recency effects, at least in standard list-learning paradigms, are not typically found (see Baddeley, 1999). A more general interpretation in terms of a higher distinctiveness of SPTs resulting from particularly rich item-specific information along the lines of Helstrup (1993) or Kormi-Nouri (1995) appears to be more appropriate here. Higher distinctiveness makes for a better accessibility of the to-be-recalled information, leading to an accelerated recall.

The results of Experiment 1 are compatible with the finding that VTs show a more marked slope of the forgetting curve in comparison to SPTs after short retention intervals (Nilsson *et al.*, 1989; Nyberg *et al.*, 1992). If SPTs are more accessible and therefore retrieved faster from memory, they are in turn less susceptible to normal forgetting. Again, as with Zimmer *et al.*'s (2000) recency-account of the pop-out-mechanism, the fact that we found a very similar pattern in a delayed free recall task in Experiment 2 is less easily fitted with the research on SPT versus VT forgetting curves, where no differences in slope could be reported for longer retention intervals. Our results indicate

that SPTs are accessed faster even after a 30-minute delay, making this pattern an unlikely candidate for short-term storage explanations. Together with Knopf and Neidhardt's (1989b) finding of an increase in the magnitude of enactment effects in a delayed recall task, these findings suggest a slower decay of the SPT memory trace.

As expected, younger participants consistently outperformed older ones in both experiments. This is in line with previous research reporting no changes in typical age differences as a function of encoding type (e.g. Cohen *et al.*, 1987; Knopf, 1995; Knopf & Neidhardt, 1989a). In terms of the temporal onset of a statistically significant enactment effect, however, the current results suggest some variation between age groups. Whereas the typical benefit from enactment is found in both age groups in direct as well as delayed free recall, it is discernible at an earlier time point in the recall phase for older than for younger participants. Experiment 1 yields a significant enactment benefit for the older age group from 30 seconds into the recall phase, while younger participants show the memory profit from 75 seconds onwards. In the delayed recall task of Experiment 2 the pattern remains similar, although slightly less pronouncedly so (significant enactment effect from 45 seconds for older vs. 60 seconds for younger participants). It appears then that encoding by enacting may act to compensate for the deficits elderly adults have in verbal learning tasks because it leads to a memory trace with heightened accessibility. However, these age differences in terms of the onset of the effect need to be viewed with caution, keeping in mind that there were no significant three-way interactions between age-group, encoding condition and time point in either of the two experiments.

We suggest a new approach to explaining the origins of the enactment effect by taking a closer look at the temporal progression of the recall processes after SPT and VT encoding respectively. The early emergence of the effect during retrieval is, in our view, indicative of an aspect of SPTs that has not been taken into account in previous research: heightened accessibility of actively encoded material. When items are more accessible, they are retrieved faster, which makes forgetting less likely. The enactment effect can be understood as the result of this process

and cannot necessarily be seen as mirroring a quantitative difference in encoded material. However, we believe that these findings do not contradict established theories and explanations of the effect entirely. The two leading theories agree that SPTs enhance item-specific information and are a particularly rich and elaborative form of encoding. Our findings indicate that this renders SPT-encoded material more accessible to retrieval. However, we cannot determine with certainty whether this heightened accessibility is the sole origin of the effect or whether SPTs also lead to more material being encoded. What we can add, in view of our findings, is that SPTs lead to a temporally different retrieval, which appears to be at least one of the underlying causes of the enactment effect.

REFERENCES

- Amthauer, R., Brocke, B., Liepmann, D. & Beauducel, A. (2001). *I-S-T 2000 R – Intelligenz-Struktur-Test 2000 R* [Intelligence structure test]. Göttingen: Hogrefe.
- Bäckman, L. & Nilsson, L. G. (1984). Aging effects in free recall: An exception to the rule. *Human Learning*, 3, 53–69.
- Bäckman, L. & Nilsson, L. G. (1985). Prerequisites for lack of age differences in memory performance. *Experimental Aging Research*, 11, 67–73.
- Bäckman, L., Nilsson, L. G. & Chalom, D. (1986). New evidence on the nature of the encoding of action events. *Memory and Cognition*, 14, 339–346.
- Baddeley, A. (1999). *Human Memory: Theory and Practice*. Hove: Psychology Press.
- Bäumler, G. (1974). *Lern- und Gedächtnistest LGT 3, Handanweisung*. Göttingen: Hogrefe.
- Brooks, B. M. & Gardiner, J. M. (1994). Age differences in memory for prospective compared with retrospective subject-performed tasks. *Memory and Cognition*, 22, 27–33.
- Cohen, R. L. (1981). On the generality of some memory laws. *Scandinavian Journal of Psychology*, 22, 267–281.
- Cohen, R. L. (1983). The effect of encoding variables on the free recall of words and action events. *Memory and Cognition*, 11, 575–582.
- Cohen, R. L., Sandler, S. P. & Schroeder, K. (1987). Aging and memory for words and action events: effects of item repetition and list length. *Psychology and Aging*, 2, 280–285.
- Daprati, E., Nico, D., Saimpont, A., Franck, N. & Sirigu, A. (2005). Memory and action: An experimental study on normal subjects and schizophrenic patients. *Neuropsychologica*, 43, 281–293.
- Earles, J. L. & Kersten, A. W. (2002). Directed forgetting of actions by younger and older adults. *Psychonomic Bulletin & Review*, 9(2), 383–388.
- Engelkamp, J. & Krumnacker, H. (1980). Imaginale und motorische Prozesse beim Behalten verbalen Materials [Imaginal and motoric processes in remembering verbal material]. *Zeitschrift für Experimentelle und Angewandte Psychologie*, 27, 511–533.
- Engelkamp, J. & Zimmer, H. D. (1984). Motor program information as a separable memory unit. *Psychological Research*, 46, 283–299.
- Engelkamp, J. & Zimmer, H. D. (1985). Motor programs and their relation to semantic memory. *German Journal of Psychology*, 9, 239–254.
- Freeman, J. E. & Ellis, J. A. (2003). The representation of delayed intentions: A prospective subject-performed task? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 29, 976–992.
- Helstrup, T. (1987). One, two, or three memories? A problem-solving approach to memory for performed acts. *Acta Psychologica*, 66, 37–68.
- Helstrup, T. (1993). Actions, context, memory – what is the relation? *Scandinavian Journal of Psychology*, 34, 19–26.
- Kail, R. (1992). Processing speed, speech rate, and memory. *Developmental Psychology*, 28, 899–904.
- Knopf, M. (1991). Having shaved a kiwi fruit: Memory of unfamiliar subject-performed actions. *Psychological Research*, 53, 203–211.
- Knopf, M. (1992). *Gedächtnis für Handlungen: Funktionsweise und Entwicklung* [Memory for actions: Function and development]. Unpublished post-doctoral thesis, University of Heidelberg.
- Knopf, M. (1995). Das Erinnern eigener Handlungen im Alter [The recall of own actions in old age]. *Zeitschrift für Psychologie*, 203, 335–349.
- Knopf, M., Mack, W., Lenel, A. & Ferrante, S. (2005). Memory for action events: Findings in neurological patients. *Scandinavian Journal of Psychology*, 46, 11–19.
- Knopf, M. & Neidhardt, E. (1989a). Aging and memory for action events: The role of familiarity. *Developmental Psychology*, 25, 780–786.
- Knopf, M. & Neidhardt, E. (1989b). Gedächtnis für Handlungen unterschiedlicher Vertrautheit – Hinweise aus entwicklungspsychologischen Studien [Memory for actions of different familiarity – Insights from developmental studies]. *Sprache & Kognition*, 8, 203–215.
- Kormi-Nouri, R. (1995). The nature of memory for action events: An episodic integration view. *European Journal of Cognitive Psychology*, 7, 337–363.
- Kormi-Nouri, R. (2000). The role of movement and object in action memory: A comparative study between blind, blindfolded and sighted subjects. *Scandinavian Journal of Psychology*, 41, 71–75.
- Murdock, B. B., Jr. (1962). The serial position effect of free recall. *Journal of Experimental Psychology*, 64, 482–488.
- Nilsson, L. G. (2000). Remembering actions and words. In F. I. M. Craik & E. Tulving (Eds.), *The Oxford Handbook of Memory* (pp. 137–148). Oxford: Oxford University Press.
- Nilsson, L. G. & Bäckman, L. (1989). Implicit memory and the enactment of verbal instructions. In S. Lewandowsky, J. Dunn & K. Kirsner (Eds.), *Implicit memory: Theoretical issues* (pp. 173–183). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Nilsson, L. G. & Bäckman, L. (1991). Encoding dimensions of subject-performed tasks. *Psychological Research*, 53, 212–218.
- Nilsson, L. G., Cohen, R. L. & Nyberg, L. (1989). Recall of enacted and nonenacted instructions compared: Forgetting functions. *Psychological Research*, 51, 188–193.
- Nilsson, L. G. & Craik, F. I. M. (1990). Additive and interactive effects in memory for subject-performed tasks. *European Journal of Cognitive Psychology*, 2, 305–324.
- Nyberg, L., Nilsson, L. G. & Bäckman, L. (1992). Recall of actions, sentences, and nouns – influences of adult age and passage of time. *Acta Psychologica*, 79, 245–254.
- Rundus, D. (1971). Analysis of rehearsal processes in free recall. *Journal of Experimental Psychology*, 89, 63–77.
- Salthouse, T. (1996). The processing speed theory of adult age differences in cognition. *Psychological Review*, 103, 403–428.
- Salthouse, T. (2004). What and when of cognitive aging. *Current Directions in Psychological Science*, 13, 140–144.
- Saltz, E. & Donnenwerth-Nolan, S. (1981). Does motoric imagery facilitate memory for sentences? A selective interference test. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behaviour*, 20, 322–332.
- Seiler, K. H. & Engelkamp, J. (2003). The role of item-specific information for the serial position curve in free recall. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 29, 954–964.
- Tewes, U. (1991). *HAWIE-R – Hamburg-Wechsler Intelligenztest für Erwachsene Revision 1991* [Hamburg Wechsler intelligence test for adults]. Bern: Verlag Hans Huber.
- Zimmer, H. D., Helstrup, T. & Engelkamp, J. (2000). Pop-out into memory: A retrieval mechanism that is enhanced with the recall of subject-performed tasks. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 26, 658–670.

Received 7 January 2008, accepted 15 May 2008