

ZUSAMMENFASSUNG

Wie bewältigen junge und ältere Erwachsene eine Situation, in der eine kognitive und eine sensumotorische Aufgabe gleichzeitig durchgeführt werden müssen? Die Fähigkeit, ein stabiles Gleichgewicht zu halten, ist für eine Vielzahl von Alltagsaktivitäten von zentraler Wichtigkeit. Gleichgewicht wird als Zusammenspiel der visuellen, propriozeptiven, vestibulären, motorischen und kognitiven Systeme definiert, wobei dem kognitiven System eine zentrale Rolle bei der Koordination der sensorischen Informationen beigemessen wird (Woollacott, 2000). Im höheren Alter wird die Fähigkeit des Gleichgewichthaltens deutlich schlechter (z.B. Brown, Shumway-Cook & Woollacott, 1999). Zahlreiche epidemiologische Studien weisen auf eine Zunahme der Sturzrate und auf die schwerwiegenden Sturzfolgen im Alter hin (z.B. Sattin, 1992). Eine der Ursachen für die Einbuße im sensumotorischen Bereich liegt darin, dass das hohe Alter mit Ressourcen-Verlusten in sensorischen und motorischen Funktionen verbunden ist (Simoneau & Leibowitz, 1996). Noch stärker ist jedoch das Gleichgewicht bei älteren Menschen dadurch beeinträchtigt, dass es verstärkt kognitive Ressourcen erfordert, die selbst wiederum auch reduziert sind (Woollacott, 2000). In den letzten Jahren wird vermehrt darüber diskutiert, dass Situationen, in denen sowohl die sensumotorischen als auch die kognitiven Ressourcen gleichzeitig beansprucht werden, gerade für ältere Menschen ein bestimmtes Sturzrisiko darstellen (z.B. Lajoie, Teasdale, Bard & Fleury, 1996). Ziel dieser Arbeit ist es zu untersuchen, wie Menschen und insbesondere ältere Erwachsene Situationen meistern, in denen sie gleichzeitig eine sensumotorische und kognitive Aufgabe durchführen müssen.

Aus der entwicklungspsychologischen Perspektive muss im Alter ein immer größerer Anteil der zur Verfügung stehenden Ressourcen für die Regulation von Verlustprozessen eingesetzt werden (P. B. Baltes, 1997). Ausgehend von der Theorie der Selektiven Optimierung und Kompensation (SOK; P. B. Baltes & Baltes, 1990), die ein allgemeines und systemisches Modell der menschlichen Entwicklung darstellt, wird erwartet, dass altersbedingte Kapazitätsverluste die Fokussierung auf zentrale Funktionsbereiche verstärken (Selektion). Im Kontext begrenzter Kapazitäten ist es adaptiv, dem ökologisch relevanteren Ziel, also in unserem Fall der körperlichen Stabilität, Priorität vor einer kognitiven Aufgabe einzuräumen. Für die Beantwortung der Frage, wie junge und ältere Erwachsene ihre vorhandenen Ressourcen (z.B. Zeit, Energie) auf unterschiedliche Ziele bzw. Lebensbereiche verteilen, bietet die SOK-Theorie einen metatheoretischen Rahmen. In dieser Arbeit wird die SOK-Theorie in eine

kognitionspsychologische Perspektive im Sinne von ‚Ressourcen-Theorien‘ eingebettet, die auch experimentelle Methoden zur Untersuchung der altersbedingten Kapazitätsverluste liefern (Kahneman, 1973; Navon & Gopher, 1979; Norman & Bobrow, 1975).

Eine der Techniken zur Erfassung der Grenzen von mentaler Kapazität ist das Doppelaufgaben-Paradigma. In diesem Paradigma sollen Studienteilnehmer in der Regel zwei kognitive Aufgaben simultan so gut wie möglich durchführen (d.h. ihre mentalen Ressourcen auf beide Aufgaben im gleichen Ausmaß verteilen). Mentale Ressourcen sind hier im Sinne von solchen kognitiven Leistungsfähigkeiten wie zum Beispiel Verarbeitungsgeschwindigkeit, Arbeitsgedächtnis und Aufmerksamkeit zu verstehen. Im Doppelaufgaben-Kontext ist die Performanz in jeder einzelnen Aufgabe typischerweise schlechter als im Einzelaufgaben-Kontext. Diese Leistungseinbuße bezeichnet man als Doppelaufgaben-Kosten. Diese Kosten sind bei älteren Probanden höher als bei jungen (z.B. Crossley & Hiscock, 1992; Salthouse, Rogan & Prill, 1984). Dieses Ergebnis wurde zumeist als Indikator eines globalen Ressourcendefizits im Alter gedeutet. Allerdings legen einige Autoren nahe (z.B. Somberg & Salthouse, 1982), dass dieses altersgruppen-spezifische Muster auch dadurch entstehen könnte, dass ältere Menschen ihre Ressourcen bei der Ausführung der Doppelaufgaben nicht effektiv nutzen (vgl. P. B. Baltes, 1997). Die unterschiedliche Effektivität, mit der junge und ältere Erwachsene ihre mentalen Kapazitäten ‚verwalten‘, kann in einem Doppelaufgaben-Kontext zu unterschiedlichen Strategien führen. Es ist zum Beispiel denkbar, dass Personen beider Altersgruppen den unterschiedlichen Komponenten einer Doppelaufgaben-Situation unterschiedlich viel Ressourcen zukommen lassen. Um Performanz unabhängig von Strategien zu erfassen, bieten ‚Ressourcen-Theorien‘ eine experimentelle Methode, in der die Aufgabenleistung bei der simultanen Ausführung zweier Aufgaben durch Instruktionsvarianten manipuliert wird. Teilnehmer werden gebeten, sich in unterschiedlichen Durchgängen primär auf die eine oder auf die andere Komponente der Doppelaufgaben zu konzentrieren. Eine effektive und flexible Verteilung mentaler Ressourcen auf zwei kognitive Aufgaben würde bedeuten, dass die Performanz in der priorisierten Aufgabe besser wird. Gleichzeitig sollte die Leistungseinbuße in der nicht-priorisierten Aufgabe hoch sein, da die Ressourcen für diese Aufgabe dann nicht mehr verfügbar sind. Zahlreiche Studien aus der kognitiven Forschung weisen darauf hin, dass älteren im Gegensatz zu jüngeren Menschen weniger mentale Ressourcen zur Verfügung stehen (z.B. Craik & Salthouse, 2000; Mayr & Kliegl, 1993; Salthouse, 1996). Trotz der umfangreichen Forschungslage lassen sich aber kaum eindeutige Aussagen über die Altersunterschiede in Bezug auf die Fähigkeit ableiten,

Ressourcen gezielt (d.h. entsprechend der Instruktion) auf zwei simultane kognitive Aufgaben zu verteilen (z.B. Anderson, Craik & Naveh-Benjamin, 1998; Salthouse, 2001; Tsang & Shaner, 1998). Unter anderem wurden für die Vieldeutigkeit der Befunde folgende Ursachen genannt: individuelle Präferenzen der Probanden; das Ausmaß, in dem vor allem ältere Teilnehmer mit experimentellen Aufgaben vertraut sind; der Schwierigkeitsgrad der experimentellen Aufgaben (z.B. Lindenberger, Marsiske & Baltes, 2001; Meyer, Glass, Mueller, Seymour & Kieras, 2001; Rabbitt, Lowe & Shilling, 2001). Es wurde betont, dass in einem experimentellen Kontext die Fähigkeiten älterer und junger Menschen, mentale Ressourcen gezielt zu verteilen, zwar vergleichbar sein können, dies jedoch nicht bedeutet, dass sich die beiden Altersgruppen in dieser Hinsicht im alltäglichen Leben nicht voneinander unterscheiden. Um die vorhandenen Potentiale und Grenzen älterer Menschen bei der Ausführung zweier Aufgaben besser aufzudecken, sind vor allem solche experimentellen Paradigmen von Bedeutung, die das Verhalten in ökologisch relevanten Situationen untersuchen. Gleichzeitig das Gleichgewicht beim Gehen oder Stehen zu halten und dabei auf Informationen aus der Umwelt angemessen reagieren zu können, stellt eine solche ökologisch relevante Situation dar. Möglicherweise führen lebenslange Expertise bzw. Erfahrungen im Umgang mit solchen Anforderungen dazu, dass Ältere genauso gut wie junge Personen funktionieren und beispielsweise problemlos simultan gehen und sich unterhalten können. Beobachtungen aus dem täglichen Leben zeigen jedoch oft, dass vor allem Personen höheren Erwachsenenalters eher stehen bleiben, wenn solche Situationen Sturzrisiko bereiten.

Neuere Studien zu Altersunterschieden in der simultanen Ausführung von kognitiven und sensumotorischen Aufgaben weisen darauf hin, dass das Gleichgewicht im Alter zunehmend „kognitiver“ wird, das heißt, es erfordert kognitive Ressourcen. In Bezug auf die spezifischen Funktionsbereiche, in denen die Kosten entstehen, gibt es unterschiedliche Befunde. Manche Untersuchungen haben gezeigt, dass die Leistungseinbuße eher im kognitiven als im sensumotorischen Bereich liegt (z.B. Brown, Shumway-Cook & Woollacott, 2000; K. Z. H. Li et al., 2001). Diese Asymmetrie wurde im Sinne einer Priorisierung der Sensumotorik relativ zur Kognition ausgelegt. Andere Studien fanden dagegen höhere Doppelaufgaben-Kosten im sensumotorischen als im kognitiven Bereich (z.B. Maylor, Allison & Wing, 2001; Shumway-Cook & Woollacott, 2000). Frühere Studien entwarfen also ein uneinheitliches Bild der Ressourcen-Allokation in einem Doppelaufgaben-Kontext, in dem eine sensumotorische und eine kognitive Aufgabe simultan durchgeführt werden mussten.

Eine der Erklärungen dieser widersprüchlichen Befundlage ist die in dieser Forschung verwendete Instruktion, sich auf beide Aufgaben im gleichen Ausmaß zu konzentrieren. Es ist denkbar, dass der altersbezogene *Ressourcenmangel* auch die Fähigkeit einschränkt, Ressourcen auf beide Aufgaben gleich zu verteilen. Dies führt dazu, dass sich Menschen an die Instruktion nicht halten und willkürlich entweder einer kognitiven oder einer sensumotorischen Aufgabe eine verstärkte Aufmerksamkeit zukommen lassen. Möglicherweise ist also eine *gezielte Ressourcen-Allokation* zwischen einer sensumotorischen und einer kognitiven Aufgabe begrenzt. Es könnte sein, dass einer ökologisch relevanten Aufgabe (z.B. dem Gleichgewicht halten) grundsätzlich Prioritäten eingeräumt werden. Es ist allerdings nicht auszuschließen, dass in einer Doppelaufgaben-Situation die Kombination beider Faktoren – die Ressourcenmenge und die Fähigkeit, Ressourcen effizient zu „verwalten“ – eine Rolle spielt. Wenn das der Fall ist, dann ist zu erwarten, dass die gezielte Verteilung mentaler Ressourcen vor allem unter besonderen Kapazitätseinschränkungen reduziert ist, das heißt unter schwierigen Bedingungen und im hohen Erwachsenenalter.

Diese Überlegungen führen zu folgenden Fragestellungen: Wie verteilen junge und ältere Erwachsene ihre mentalen Ressourcen auf simultane kognitive und sensumotorische Aufgaben? Können junge und ältere Erwachsene ihre Ressourcen-Allokation gezielt beeinflussen? Ein Ziel dieser Arbeit ist es, die früheren Befunde zur bereichs- und altersspezifischen Asymmetrie in der Ressourcen-Allokation zu replizieren. Die Leistungseinbußen (d.h. Doppelaufgaben-Kosten) sollten demnach bei älteren Erwachsenen größer sein als bei jungen Erwachsenen, und die Leistungseinbußen sollten im kognitiven Bereich größer sein als im sensumotorischen. Das zweite Anliegen dieser Arbeit ist es, die Fähigkeit, mentale Ressourcen gezielt zu verteilen, im Altersvergleich zu erforschen (d.h. sich entsprechend einer Instruktion entweder primär auf eine kognitive oder auf eine sensumotorische Aufgabe zu konzentrieren). In diesem Zusammenhang will die vorliegende Arbeit die Fragen beantworten, ob die Fähigkeit, Ressourcen zielgerichtet zu verteilen, eher im kognitiven als im sensumotorischen Bereich ausgeprägt ist; ob diese Fähigkeit unter stärkeren Ressourcenanforderungen reduziert ist; und ob diese Fähigkeit eher bei älteren als bei jungen Menschen reduziert ist.

Zur Realisierung der beiden Hauptzielsetzungen dieser Dissertation wurde die Stichprobe aus jungen und älteren Einwohnern Berlins rekrutiert. Die Studie fand am Max-Planck-Institut für Bildungsforschung statt. $N = 18$ junge (Altersdurchschnitt = 24,5 Jahre, Altersbereich von 20,5 bis 29,2 Jahre) und $N = 18$ ältere Erwachsene (Altersdurchschnitt =

75,9 Jahre, Altersbereich von 69,8 bis 83,6 Jahre) nahmen an dieser experimentellen Untersuchung teil. Die Studie umfasste insgesamt acht Sitzungen. Davon dienten die ersten vier der Erfassung des kognitiven und gesundheitlichen Status und der Übung in den Einzel- und Doppelaufgaben. In der zweiten Hälfte des Experimentes wurde die Performanz in den experimentellen Aufgaben im Einzel- und Doppelaufgaben-Kontext getestet.

Die *sensumotorische Aufgabe* verlangte beim Stehen auf einer Kraftmessplattform (Firma Kistler Instrumenten AG, Winterthur, Schweiz) das Halten des Gleichgewichts nach unerwarteten kurzen Schwankungen. Aus den durch die Füße ausgeübten Kräften und ihren Momenten wurde die Projektion des Körperkraftschwerpunkts auf die Plattform errechnet. Als Maß für die Stabilität (das Gleichgewicht) einer Person diente die Fläche, die der Körperkraftschwerpunkt während eines Versuchsdurchgangs umschreibt. Eine große Fläche war ein Indikator für reduzierte Stabilität. Die *kognitive Aufgabe* war eine Wahl-Reaktionszeitaufgabe, bei der Probanden auf akustische Stimuli so schnell und akkurat wie möglich per Knopfdruck reagieren mussten. Die abhängigen Variablen waren die Reaktionszeit und die Anzahl der Fehler. Der Schwierigkeitsgrad beider Aufgaben wurde systematisch variiert. In den Doppelaufgaben-Bedingungen führten die Studienteilnehmer die sensumotorische und die kognitive Aufgabe simultan unter drei Instruktionen aus. Die unterschiedlichen Instruktionsvarianten verlangten, sich entweder primär auf die Gleichgewichts-Aufgabe oder auf die Reaktionszeit-Aufgabe zu konzentrieren oder zu versuchen, beide Aufgaben gleich gut auszuführen.

Damit unterscheidet sich die vorliegende Arbeit hinsichtlich dreier wichtiger Gesichtspunkte von bisherigen Forschungsansätzen. Bisher wurden in allen bekannten Studien Altersunterschiede in der Leistungseinbuße im Doppelaufgaben-Kontext unter der Bedingung erfasst, die keine Kontrolle über die individuellen Strategien bei der Verteilung mentaler Ressourcen auf simultane kognitive und sensumotorische Aufgaben ermöglichte. Daher wurde bei der Gestaltung des Doppelaufgaben-Paradigmas in dieser Untersuchung Wert darauf gelegt, die Performanz unter drei unterschiedlichen Instruktionen zu erfassen. Diese Methode sollte die in der Doppelaufgaben-Situation von den Probanden möglicherweise zufällig gewählten Strategien kontrollieren. Weiterhin stellt die experimentelle Manipulation der Aufgabenschwierigkeit in Kombination mit der Instruktionsmanipulation einen zusätzlichen wichtigen Aspekt dieser Arbeit dar. Diese Kombination ist wichtig, weil der flexible Umgang mit den vorhandenen Ressourcen unter extremen Anforderungen (z.B. bei schwierigen Aufgaben) eingeschränkt sein könnte. Von

dieser Einschränkung sind vor allem ältere Menschen betroffen, da sie insgesamt über weniger Ressourcen verfügen als jüngere Menschen. Bisher wurden in den meisten Studien Altersunterschiede in der Leistungseinbuße im Doppelaufgaben-Kontext nach einer kurzen Übungsphase in jeder einzelnen Aufgabe erfasst. Da die Vertrautheit mit experimentellen Aufgaben eine wichtige Rolle bei der Performanz vor allem älterer Probanden spielt, folgt die vorliegende Arbeit einer Vorgehensweise, die es erlaubt, Altersunterschiede bei der Ausführung simultaner kognitiver und sensumotorischer Aufgaben nach einer intensiven Übungsphase zu erfassen.

Insgesamt unterstützt die vorliegende Studie die theoretische Annahme der SOK-Theorie, dass Kapazitätsverlust verstärkt zu einem Selektionsprozess führt, und dass dieses Phänomen sich vor allem im hohen Alter zeigt. Obwohl beide Altersgruppen im Laufe der Übungsphase deutlich ihre Performanz verbesserten, waren die Leistungseinbußen im Doppelaufgaben-Kontext unter der Instruktion ‚Fokus im gleichen Ausmaß auf beide Aufgaben gerichtet‘ in der Testphase des Experimentes vorhanden. Gemäß der Erwartung waren die Leistungseinbußen im kognitiven Bereich stärker ausgeprägt als im sensumotorischen Bereich. Das Ausmaß der Doppelaufgaben-Kosten verdeutlicht dies: Die Performanz in den Reaktionszeit-Aufgaben verschlechterte sich um 9,04 Prozent, während Verluste in der Gleichgewichts-Aufgabe minimal waren (1,54 %). Dieser Befund liefert einen ersten Hinweis darauf, dass einer ökologisch relevanten Aufgabe eher Priorität eingeräumt wird, wenn der Ressourcenmangel es nicht zulässt, beide Aufgaben gleich gut durchzuführen.

Auch die Vorhersage über die altersbedingte Doppelaufgaben-Einbußen wurde bestätigt. Generell verschlechterte sich die Performanz älterer Probanden in den Doppel- im Unterschied zu den Einzelaufgaben signifikant mehr (8,76 %) als die Performanz junger Teilnehmer (1,81 %). Diese Altersdifferenzen beziehen sich auf die proportionale Berechnungsweise von Doppelaufgaben-Kosten. Das heißt, dass auch nach Berücksichtigung der Altersgruppenunterschiede in den Einzelaufgaben deutlich größere Doppelaufgaben-Kosten bei älteren Erwachsenen gefunden wurden. Damit wurde die aus anderen Studien bekannte bereichs- und altersspezifische Asymmetrie repliziert.

Bei differenzierter Betrachtung wurde deutlich, dass junge Erwachsene gar keine Einbußen im sensumotorischen Bereich zeigten. Die Doppelaufgaben-Kosten waren entweder nicht vorhanden oder sogar negativ. Diese Ergebnisse weisen darauf hin, dass junge Probanden das Gleichgewicht halten im Laufe der Übungssitzungen optimiert haben. Die Tatsache, dass ältere Teilnehmer sowohl Doppelaufgaben-Leistungseinbußen im

kognitiven Bereich (11,64 %) als auch, jedoch deutlich geringer, im sensumotorischen Bereich (5,89 %) hatten, ist ein empirischer Beleg für zwei theoretische Annahmen. Erstens, das sensumotorische Funktionieren erfordert im Alter den Einsatz kognitiver Ressourcen. Zweitens, vor allem ältere Menschen scheinen dem Gleichgewicht eher als der Kognition Priorität einzuräumen. Diese Interpretationen wurden durch die Befunde in Bezug auf die Altersunterschiede in den Fehlerraten bei der Reaktionszeit-Aufgabe im Doppelaufgaben-Kontext untermauert. Obwohl die Probanden instruiert waren, auf die akustischen Stimuli so schnell wie möglich, aber auch ohne Fehler, zu reagieren, machten die älteren im Gegensatz zu den jungen Teilnehmern vor allem in der schwierigen Bedingung der Doppelaufgaben deutlich mehr Fehler. Zusätzlich unterschieden sich die beiden Altersgruppen in den Fehlerarten. Während die Fehler junger Menschen überwiegend vom Fehlertyp ‚Falsche Antwort‘ waren, waren die Fehler der Älteren durch das Auslassen von Stimuli gekennzeichnet. Dieser Befund deutet darauf hin, dass Personen des hohen Erwachsenenalters ihr Gleichgewicht unter den Anforderungen der Doppelaufgaben dadurch schützen, dass sie die kognitive Aufgabe (teilweise) vernachlässigen.

Der bereichs- und altersgruppenspezifischen Asymmetrie von Doppelaufgaben-Kosten ist mit Hilfe der Instruktionsmanipulation weiter nachgegangen worden. Die Annahme der stärkeren Priorisierung des Gleichgewichts- als der Reaktionszeit-Aufgabe vor allem im hohen Erwachsenenalter konnte zusätzlich durch die Analyse der Performanz in der Reaktionszeit- und Gleichgewichts-Aufgabe unter drei Instruktionsbedingungen untermauert werden. Zunächst wurde analysiert, ob die Studienteilnehmer den experimentellen Instruktionen folgten und damit die erwartete Flexibilität im Umgang mit ihren mentalen Ressourcen zeigten. Hypothesenkonform verschlechterte sich die Performanz in der Aufgabe, von der die mentalen Ressourcen abgezogen wurden. Gleichzeitig verbesserte sich die Leistung dann, wenn sich die Probanden verstärkt auf eine Aufgabe fokussierten. Damit erbrachte die vorliegende Studie erste Hinweise darauf, dass eine gezielte Ressourcen-Allokation zwischen einer sensumotorischen und einer kognitiven Aufgabe generell möglich ist. Der Vergleich der Performanz in beiden Bereichen zeigte, dass die Flexibilität viel stärker bei der Ausführung der Reaktionszeit- als der Gleichgewichts-Aufgabe vorhanden war. Während die Teilnehmer unter der Instruktion ‚Fokus primär auf die Gleichgewichts-Aufgabe gerichtet‘ am langsamsten und unter der Instruktion ‚Fokus primär auf die Reaktionszeit-Aufgabe gerichtet‘ am schnellsten reagierten, lag die Performanz unter der Instruktion ‚Fokus im gleichen Ausmaß auf beide Aufgaben gerichtet‘ dazwischen. Dabei entstand im sensumotorischen

Bereich ein Performanzmuster, das sich durch die Instruktionsmanipulation nicht so stark beeinflussen ließ. Die Studienteilnehmer schwankten nur unter der Instruktion ‚Fokus primär auf die Reaktionszeit-Aufgabe gerichtet‘ mehr, das heißt dann, wenn die Aufmerksamkeit vom Gleichgewicht halten abgelenkt wurde. Unter den zwei anderen Instruktionen änderte sich das Gleichgewichtsverhalten jedoch nicht. Es scheint also der Fall zu sein, dass sensumotorische Funktionen der kognitiven Verarbeitung nicht so leicht zugänglich sind. Zusätzlich haben die Ergebnisse gezeigt, dass die Fähigkeit der Studienteilnehmer, ihre Ressourcen gezielt auf kognitive und sensumotorische Aufgaben zu verteilen, in der schwierigen Bedingung eingeschränkt war. Mit anderen Worten: Dann, wenn die vorhandene Kapazität durch eine experimentelle Manipulation begrenzt wurde, ließ die Flexibilität nach. Obwohl Performanzen unter den Instruktionen ‚Fokus primär auf die Gleichgewichts-Aufgabe gerichtet‘ und ‚Fokus im gleichen Ausmaß auf beide Aufgaben gerichtet‘ sich unterschieden, waren Leistungen unter den Instruktionen ‚Fokus primär auf die Reaktionszeit-Aufgabe gerichtet‘ und ‚Fokus im gleichen Ausmaß auf beide Aufgaben gerichtet‘ vergleichbar. Da dieses Muster in beiden Altersgruppen vorhanden war, scheinen junge und ältere Menschen in der Fähigkeit, ihre mentale Ressourcen gezielt zu verteilen, vergleichbar zu sein.

Das Ausmaß, in dem sich die beiden Altersgruppen in dieser Fähigkeit unterschieden, wurde erst sichtbar, nachdem die Performanz in der Gleichgewichts-Aufgabe unter den drei Instruktionen analysiert worden war. Während junge Probanden in der schwierigen Bedingung in der Lage waren, ihre körperliche Stabilität unter der Instruktion ‚Fokus ist primär auf die Reaktionszeit-Aufgabe gerichtet‘ zu ‚riskieren‘ und mehr unter dieser als unter zwei anderen Instruktionen zu schwanken, war das Gleichgewichtsverhalten der älteren Menschen unter allen Instruktionen vergleichbar. Dieser Befund deutet darauf hin, dass es im Alter eine bestimmte Hierarchie der Ziele und Prioritäten gibt, die sich durch solche experimentellen Manipulationen nicht ohne weiteres reorganisieren lässt. Erwachsene des hohen Alters schützen ihre körperliche Stabilität unabhängig von den Aufgaben-Anforderungen.

Zusammengenommen stehen die Befunde im Einklang mit der Annahme, dass gewisse Potentiale im hohen Alter nachweisbar sind. Allerdings ist unter der Bedingung der Mehrfachanforderung der zunehmende Kapazitätsverlust und vor allem die reduzierte Effektivität bei der Verteilung dieser Kapazität bemerkbar. Diese altersbedingten Veränderungen gehen jedoch mit adaptiven Reaktionsmustern einher. Diese sind dadurch charakterisiert, dass die Anpassung zwischen Herausforderungen und zur Verfügung

stehenden Ressourcen im Vordergrund steht. Die Befunde dieser Studie lassen sich im Lichte der SOK-Theorie interpretieren, die postuliert, dass die Regulation von Verlusten eine wichtige Aufgabe im höheren Alter darstellt, und dass aufgrund der altersbedingten Veränderungen in der Plastizität und damit verbundenen Kapazitäts- oder Plastizitätsverlusten der Selektionsprozess eine entscheidende Rolle spielt.

Der Ausgangspunkt der vorliegenden Studie war die Frage, wie ältere und jüngere Erwachsene ihre mentalen Ressourcen auf simultane kognitive und sensumotorische Aufgaben verteilen. In diesem Zusammenhang können die folgenden Schlussfolgerungen gezogen werden: Da ein zuverlässiges sensumotorisches Funktionieren vor allem für ältere Menschen eine ökologisch relevante Aufgabe ist, investieren sie mehr Ressourcen in das Gleichgewicht halten als in die kognitive Aufgabe. Weiterhin bleibt diese starke Priorisierung auch dann erhalten, wenn die Aufgaben-Anforderungen eine Veränderung der Prioritätensetzung verlangen würden. Mit anderen Worten: Die Ressourcen-Allokation reflektiert maßgeblich langfristige Adaptationsprozesse, die ihren Ursprung in der Alltagsökologie eines Individuums und seiner Entwicklung haben. Da körperliche Stabilität einen größeren Überlebenswert im höheren Erwachsenenalter hat, ist die Rigidität, mit der Menschen ihr Gleichgewicht schützen, nichts anderes als ein „intelligentes“ adaptives Verhalten.