Gestaltungsprinzipien für das Training älterer Benutzer elektronischer Geräte

vorgelegt von
Dipl.-Psych. Carmen Bruder
aus Berlin

Von der Fakultät V
Verkehrs- und Maschinensysteme
der Technischen Universität Berlin

Im DFG-Graduiertenkolleg
Prospektive Gestaltung von Mensch-Technik-Interaktion zur Erlangung des
akademischen Grades
Doktor Ingenieur
– Dr.-Ing. –

genehmigte Dissertation

Promotionsausschuss:

Vorsitzender:	Prof. Dr. phil. Manfred Thüring
Gutachter:	Prof. Dr.-Ing. Lucienne Blessing
Gutachter:	Prof. Dr.-Ing. Matthias Rötting
Gutachter:	Prof. Dr. rer. nat. Hartmut Wandke

Tag der wissenschaftlichen Aussprache: 30. Mai 2008

Berlin 2008
D 83

”...Lernen ist wie Rudern gegen den Strom. Sobald man aufhört, treibt man zurück....”

Benjamin Britten

Danksagung

Ich danke der DFG (Deutschen Forschungsgemeinschaft), dass sie mir durch ein Stipendium im Graduiertenkolleg *prometei* ermöglichte, diese Doktorarbeit anzufertigen. Mein Dank gilt dem Lehrstuhl KTEM, *prometei* und dem ZMMS, die mir durch kompetente formale und technische Betreuung sowie durch Weiterbildungen und Vorträge sehr gute Bedingungen zum Forschen boten.

Die Arbeit entstand in einem interdisziplinären Rahmen, betreut durch Prof. Dr.-Ing. Lucienne Blessing, Prof. Dr.-Ing. Matthias Rötting und Prof. Dr. rer. nat. Hartmut Wandke. Anfangs fragte ich mich, wie eine Arbeit aussehen kann, welche den „homo faber“ als produzierenden, erfolgreich-schaffenden Ingenieur genauso wie den experimentell-arbeitenden, analytisch-hinterfragenden Psychologen interessiert? In unseren ersten Gesprächen räumten sie meine Befürchtungen aus. Ich danke ihnen von ganzem Herzen für die sehr gute Zusammenarbeit, die ich von der Themenfindung bis zur Abfassung der Arbeit als äußerst produktiv und zugleich unkompliziert empfunden habe.

Mit der Zeit entstand ein kleines Team von Studenten, die mit viel Engagement zum Gelingen der vorliegenden Arbeit beitrugen. Besonders danke ich Radouane el Marjani für seine Unterstützung bei der technischen Umsetzung des Trainings. Ebenso danke ich Timo Beyerlein, Karoline Franke, Corina Hausdorf und Michael Knoche, die durch ihre Diplomarbeiten wertvolle Beiträge zur vorliegenden Arbeit leisteten.

Ich bedanke mich bei all denen, die an den Trainingsstudien teilnahmen. Durch sie bekam ich einen tiefen Einblick in die Besonderheiten des Älterwerdens, was für mich fachlich wie menschlich eine Bereicherung war.

Besonders schätzte ich die Austauschmöglichkeiten mit den anderen *prometei*-Kollegiaten. Ich bedanke mich bei Caroline Clemens für ihre engagierte Hilfe bei der Entwicklung des Trainings. Ich bedanke mich ebenfalls bei Jeronimo Dzaak, Charlotte Glaser, Jörn Hurtienne, Anne Klostermann und Sascha Mahlke für die wertvollen Gespräche, die ich immer sehr geschätzt und genossen habe. Cordula Krinner danke ich ganz herzlich für die unermüdliche Unterstützung beim Abfassen der Arbeit mit LaTex.

Was wäre eine Doktorarbeit ohne Kollegen und Freunde, die ihr durch ihre Korrekturvorschläge den letzten Schliff geben? Mein besonderer Dank gilt daher Charlotte Glaser und Martin Wagner für das gründliche Korrekturlesen.

Abschließend möchte ich meiner Familie für ihren emotionalen Beistand danken, der mir stets eine wertvolle Stütze war. Mein allerherzlichster Dank gilt Martin Wagner, der sich tapfer durch alle Entwürfe arbeitete und mir während der Jahre ein sehr wichtiger Gesprächspartner war.

Kurzfassung

Lebenslanges Lernen „just in time“ wird zu einer wichtigen Kulturtechnik. Moderne elektronische Geräte fordern vom Benutzer ständiges Lernen. Insbesondere älteren Menschen fehlt häufig das nötige Bedien- und Funktionswissen. Ein viel versprechender Ansatz zur Überwindung dieses Problems besteht darin, ein Training für wenig oder unerfahrene Benutzer in das Gerät zu integrieren und dadurch selbständiges Lernen zu ermöglichen. In der vorliegenden Arbeit wurde der Fragestellung nachgegangen, wie ein Training für ältere Menschen mit wenig Erfahrung im Umgang mit elektronischen Geräten gestaltet sein sollte, welches integriert in das jeweilige Gerät selbständiges Lernen ermöglicht.

Es wurden Entscheidungsfelder für die Gestaltung von Lernsystemen herausgearbeitet. Zusammen mit Erkenntnissen zu altersdifferenzierten Effekten hinsichtlich Lernen und Benutzung elektronischer Geräte wurden daraus Prinzipien für die Gestaltung eines integrierten Trainings für ältere Lerner abgeleitet. Außerdem stellte sich die Frage nach dem Effekt eines sich an den individuellen Erfahrungsstand adaptierenden Trainings als besonders viel versprechend heraus. Am Beispiel des Mobiltelefons als prototypischer Vertreter elektronischer Geräte wurde eine Gerätesimulation mit dazugehörigem integrierten Training entwickelt. Eine Vorstudie und eine Follow-Up-Studie zur Nachhaltigkeit des Trainingserfolgs ergaben einen bedeutsamen positiven Effekt des integrierten Trainings auf den Lernerfolg.

Für das integrierte Training kristallisierten sich die Anpassung der Komplexität an die Erfahrung des Lerners und die adaptive Unterstützung des Lernprozesses durch Systemvorschläge als Erfolg versprechende Gestaltungsprinzipien heraus. In einer Trainingsstudie wurden beide Prinzipien hinsichtlich ihrer Effekte auf ältere Lerner untersucht. Es wurden vier Trainingsvarianten untersucht, die sich einerseits darin unterschieden, ob der Funktionsumfang schrittweise anwuchs oder von Anfang an vollständig zur Verfügung stand. Andererseits divergierten sie darin, ob der Lerner explizite Systemhinweise zum Lernerfolg und Übungsbedarf erhielt oder nicht. Die Ergebnisse zeigen, dass die schrittweise Anpassung der Komplexität einen positiven Einfluss auf den Lernerfolg hat. In einer Nachstudie wurde die Annahme gestützt, dass dieser positive Effekt auf das Verhindern von Fehlern durch Blockieren von Funktionen zurückgeführt werden kann. Die expliziten Systemhinweise zum Lernerfolg hatten keinen signifikanten Effekt auf den Lernerfolg und verringern die Selbstwirksamkeit der Lerner.

Die vorliegende Arbeit stellt Entwicklern einen fundierten Ansatz sowie Erkenntnisse für die Gestaltung von Trainings für elektronische Geräte bereit, welches Menschen mit wenig Vorerfahrung beim Erlernen der Benutzung elektronischer Geräte unterstützt. Die entwickelten und untersuchten Gestaltungsprinzipien zur Anpassung des Trainings an die Erfahrung des Lerners eröffnen Entwicklern neue Möglichkeiten für noch effektivere und effizientere Trainings.

Abstract

Lifelong learning has become one of the key requirements of living in a modern society. This is especially important with regard to learning to use the great number of complex electronic devices that are now part of our everyday lives. While many of us learn to handle these products by trial and error, especially older users with little experience in using electronic devices need support. To allow the user maximium flexibility in time and location of learning, a training program can be implemented as part of the product itself. Thus, the aim of this research project is to develop guidelines for designing integrated training applications for electronic devices to support older users with little experience in using them.

Principles for a training application were elaborated for teaching older people to use electronic devices based on knowledge about age-related learning. The need for further research was obvious; especially the effect of adjustive training application on learning success of older users. Taking the example of mobile phones, a task-oriented training application was designed, which was simulated on the computer. A training study and a follow-up study support the assumption that the training application is appropriate to teach older people successfully and improve transfer of knowledge from training to everyday use.

Concerning adjustive training application two principles were investigated: the adjustment of complexity and adaptive advice based on training success. Training versions were designed which differ in their ability to adjust their complexity to the user‘s experience as well as support the learner through hints about their learning success. In a training study both principles are tested to their effect on older learners‘ training success. The results show a positive effect of the adjustment of complexity on users’ experience: older people who trained with an adjustive interface are more successful in learning to use a mobile phone. A follow-up study supports the assumption that the benefit of adjustive training is caused by blocking incorrect actions. Adaptive advice has no significant effects on learners’ success and reduces the self-efficacy of the learner.

This work offers findings how to design training applications as integrated part of electronic devices, which help older people with little experience successfully. The design principles support developer of training applications in early phases of design process. Especially adaptive i.e. stepwise training application which adjusts their complexity to users’ experience is appropriate for training less experienced users.

Inhaltsverzeichnis

Danksagung **i**

Kurzfassung **ii**

Abstract **iv**

1 Einleitung **1**

2 Theoretischer Hintergrund **5**
2.1 Grundlagen der Trainingsgestaltung 5
2.1.1 Interaktivitätsdesign 8
2.1.2 Multimediadesign 10
2.1.3 Strukturierung des Lernstoffs 11
2.1.4 Adaptionsdesign 12
2.1.5 Motivierungsdesign 14
2.1.6 Design der grafischen Oberfläche 14
2.2 Besonderheiten älterer Benutzer 14
2.2.1 Entwicklung physischer und psychischer Ressourcen 15
2.2.2 Kompensation durch Selektion und Optimierung 16
2.2.3 Einfluss des Generationseffekts 18
2.3 Schlussfolgerungen für das Training älterer Menschen 19
2.3.1 Interaktivitäts- und Multimediadesign 21
2.3.2 Strukturierung der Lerninhalte und Motivierungsdesign 22
2.3.3 Grafische Oberfläche und Adaptionsdesign 23

3 Trainingsentwicklung **25**
3.1 Interviewstudie mit älteren Benutzern von Mobiltelefonen 26
3.1.1 Durchführung 26
3.1.2 Ergebnisse 27
3.1.3 Diskussion 30
3.2 Gerätesimulation und kognitives Aufgabenmodell 31
3.2.1 Statischer Aspekt 32
3.2.2 Dynamischer Aspekt 32
3.2.3 Kognitives Aufgabenmodell 34
3.3 Aufbau des Trainings 35
3.3.1 Basiskonzept 35
3.3.2 Reihenfolge der Lektionen 36
3.4 Entwicklung des Instruktionsmaterials 38
3.5 Voruntersuchung zur Feinjustierung des Trainingsablaufs 39

4 Untersuchungsansatz 41
4.1 Versuchsdesign . . . 41
4.2 Abhängige Variablen . . . 42
4.3 Instrumentarium zur Erfassung des Trainingserfolgs . . . 43
4.3.1 Trainingsaufwands . . . 43
4.3.2 Leistungserfassung . . . 45
4.3.3 Wissen über das simulierte Mobiltelefon . . . 46
4.3.4 Erlebte Anstrengung . . . 47
4.3.5 Selbstwirksamkeit und Bewertung des Trainings . . . 48
4.3.6 Personenvariablen . . . 49
4.4 Versuchsablauf . . . 50
4.5 Auswertung . . . 51
4.6 Studie zur Bewertung des Training und der Zwischentests . . . 51
4.6.1 Hintergrund . . . 51
4.6.2 Methode . . . 52
4.6.3 Ergebnisse . . . 53
4.6.4 Diskussion . . . 55

5 Untersuchung verschiedener Gestaltungsprinzipien 57
5.1 Vergleich von Trainingsmaterialien . . . 58
5.1.1 Hintergrund . . . 58
5.1.2 Methode . . . 59
5.1.3 Ergebnisse . . . 61
5.1.4 Diskussion . . . 63
5.2 Gestaltungsprinzipien zur Anpassung des Trainings an den Lerner . . . 64
5.2.1 Anpassung der Komplexität . . . 66
5.2.2 Unterstützung durch Systemhinweise . . . 67
5.2.3 Methode . . . 68
5.2.4 Ergebnisse . . . 72
5.2.5 Diskussion . . . 79
5.3 Zusammenhang von Komplexitätsanpassung und Interaktivität des Trainings 80
5.3.1 Hintergrund . . . 80
5.3.2 Methode . . . 81
5.3.3 Ergebnisse . . . 82
5.3.4 Diskussion . . . 83
5.4 Exkurs: Nachhaltigkeit des Trainingseffekts . . . 83
5.4.1 Hintergrund . . . 84
5.4.2 Methode . . . 85
5.4.3 Ergebnisse . . . 87
5.4.4 Diskussion . . . 89

6 Diskussion 91
6.1 Trainingsentwicklung . . . 91
6.2 Trainingsbewertung . . . 93
6.3 Ergebnisse der Trainingsstudien . . . 94
6.4 Grenzen von Untersuchungsansatz und Trainingsgestaltung . . . 98

7 Zusammenfassung und Ausblick **103**
7.1 Zusammenfassung der Arbeit 103
7.2 Ausblick 104

Literatur **107**

Abbildungsverzeichnis **121**

Tabellenverzeichnis **123**

A Anhang Gestaltung **129**
A.1 Trainingsgestaltung 129
A.2 Untersuchungsmaterial 134
A.3 Studie zur Bewertung des Trainings 135

B Anhang Ergebnisse **143**
B.1 Untersuchung zum Materialvergleich 143
B.2 Untersuchung zur Anpassung des Trainings an den Lerner 149
B.3 Zu Zusammenhängen zwischen Trainingsverlauf und Lernerfolg 162
B.4 Zusammenhang zwischen Komplexitätsanpassung und Interaktivität 163
B.5 Studie zur Nachhaltigkeit des Trainingserfolgs 169

Kapitel 1

Einleitung

Im Alltag erledigen wir unsere Aufgaben zunehmend mit Hilfe elektronischer Geräte. So kommunizieren wir mittels Mobiltelefon, Email und Fax, greifen auf unsere Finanzen mittels Geldautomaten zu und nutzen im öffentlichen Verkehr Fahrkarten- und Parkautomaten. Durch eine Vielzahl neuer Geräte, deren veränderte und erweiterte Funktionen stehen wir vor immer neuen Herausforderungen. Die Kompetenz hinsichtlich der Nutzung dieser Geräte wird zunehmend bedeutsam, um den Alltag erfolgreich zu bewältigen. Kompetenz bezieht sich in diesem Zusammenhang einerseits auf die Fähigkeiten und Fertigkeiten im effektiven Umgang mit den Anforderungen elektronischer Geräte und andererseits auf das Bedürfnis des Menschen nach Erfahrung eigener Wirksamkeit (Kruse, 1996). Die Erschließung neuer Funktionen ist für viele Menschen eine Herausforderung, die es zu bewältigen gilt.

Aufgrund der massiv gestiegenen Lebenserwartung nimmt der Anteil älterer Menschen an der Gesamtbevölkerung zu (Martin & Kliegel, 2005). Dadurch entsteht eine neue Käufer- und Nutzerschicht. So nutzen zunehmend auch ältere Menschen elektronische Geräte. Eine Online-Studie im Auftrag der ARD ("Senioren stürmen das Internet", 2007) ergab, dass von den über 60-jährigen jeder vierte das Internet nutzt. Einen ähnlichen Trend gibt es für die Nutzung von Computern und Mobilkommunikation (*Internetnutzung der Frauen und Männer über 50 - Sonderauswertung des Nonliner Atlas 2005*, 2005; *MarkenProfile 11: Computer und Internet*, 2005). Bei der Gestaltung elektronischer Geräte wird dieses Marktsegment jedoch selten berücksichtigt, so dass zum Beispiel moderne Mobiltelefone oft schwer für ältere Benutzer[1] zu bedienen sind (Ziefle & Bay, 2005). So sind etwa die Menüstrukturen derart gestaltet, dass sie hohe Anforderungen an das Gedächtnis der Benutzer stellen. Außerdem wird auf Interaktionstechniken zurückgegriffen, die unerfahrenen und damit gerade älteren Benutzern unbekannt sind.

Viele Studien zeigen, dass ältere Menschen Probleme bei der Bedienung elektronischer Geräte haben (Ziefle & Bay, 2003; Goodman, Syme & Eisma, 2003; Rogalla, 2006). Ein Ansatz besteht darin, spezielle Produkten für ältere Benutzer zu entwickeln. So bieten einige Anbieter einfache Geräte mit großen Tasten und Display sowie reduziertem Funktionsangebot an (Sagatz & Silalahi, 2006; Eckstein, 2006; Heeg, 2006). Diese Geräte berücksichtigen jedoch nicht die große Variabilität der Zielgruppe und sind oft auf alte Menschen mit physiologischen und kognitiven Einschränkungen zugeschnitten. Daher stoßen sie bei älteren Menschen teilweise auf wenig Akzeptanz (Schuh, 2005). Zudem nimmt die aktive

[1] In der vorliegenden Arbeit wird der sprachlichen Einfachheit halber nur die männliche Sprachform verwendet. Der Autor verzichtet auf schwerleserliche Doppelbezeichnungen. Selbstverständlich sind immer sowohl männliche als auch weibliche Benutzer, Menschen, Teilnehmer etc. gemeint.

Lebenserwartung zu, d. h. der in Gesundheit verbrachten Lebenszeit (Martin & Kliegel, 2005), so dass es eine wachsende Gruppe älterer Menschen gibt, die normal gealtert und interessiert an neuen Entwicklungen sind, jedoch wenig Erfahrung im Umgang mit elektronischen Geräten haben. Untersuchungen zur körperlichen Gesundheit heutiger 65-jähriger zeigen, dass etwa 80 Prozent keine oder kaum Einschränkungen im Alltag erfahren, d. h. die Mehrzahl der älteren Menschen sind gesund (vgl. Martin & Kliegel, 2005).

Die vorliegende Arbeit verfolgt einen anderen Ansatz, indem untersucht wird, wie ein Training gestaltet sein sollte, welches älteren Menschen das Erlernen der Benutzung elektronischer Geräte ermöglicht. Studien zeigen, dass ältere Menschen die Benutzung elektronischer Geräte erlernen wollen und können (Rogers, Fisk, Mead, Walker & Cabrera, 1996; Baldi, 1997; Morrell, Park, Mayhorn & Kelley, 2000; Charness, Kelley, Bosnan & Mottram, 2001). Dieser Ansatz hat auch den Vorteil, Transfer bzw. den Erfahrungszuwachs hinsichtlich der Bedienung anderer elektronischer Geräte im Alltag zu fördern. Marquie, Jourdan-Boddaert und Huet (2002) sehen in der Fähigkeit zur erfolgreichen Nutzung technischer Systeme den entscheidenden Faktor zur Integration älterer Menschen in unserer Gesellschaft.

„Wissen macht alles einfacher“ schreibt Maeda (2007) in seinem Buch „Simplicity - Die zehn Gesetze der Einfachheit“ und weist darin darauf hin, dass die Einfachheit bzw. Komplexität eines Problems vom Vorwissen des Menschen abhängt. Maeda betont, dass selbst für die Benutzung einfacher und gut gestalteter Geräte Wissen erworben werden muss. Hinzu kommt, dass elektronische Geräte durch eine Vielzahl neuer Funktionen komplexer werden, so dass die Qualifikationsanforderungen einer modernen Arbeits- und Alltagswelt ständig wachsen. Zudem befinden sich elektronische Geräte durch neue Bedienkonzepte ständig im Wandel, so dass Qualifikationen schnell veralten, d. h. die Halbwertzeit von Wissen ist gering. Dadurch wird es auch in Zukunft Menschen geben, welche die Benutzung der neuen Technologien erst erlernen müssen. So werden neue Bedienkonzepte beispielsweise mit Gestensteuerung (Geiger, 2003) und Interaktionsformen im dreidimensionalen Raum (Israel & Zacharias, 2007) sowie Brain-Computer-Interfaces (Zander, Kothe, Jatzev, Dashuber & Rötting, 2007) entwickelt, die für die Generation eine Herausforderung darstellen, die nicht damit aufgewachsen ist. Zwar vereinfachen „intuitiv“ gestaltete Produkte das Um- und Neulernen, jedoch wird es zumindest für einen Teil der Benutzer immer eine Wissens- und Erfahrungslücke geben.

Es besteht Bedarf nach Ansätzen, die es insbesondere älteren Menschen ermöglichen, sich Wissen eigenständig und flexibel genau dann anzueignen, wenn es die Situation erfordert. Daraus ergeben sich nach H. O. Mayer (2004b), dass die Menschen in die Lage versetzt werden, Lernen selbständig zu initiieren, bei der Informationsfülle relevante Lerninhalte auszuwählen, den Lernstoff zu strukturieren und den Fortschritt zu überprüfen. Martin und Kliegel (2005) formulieren die Leithypothese, dass Menschen über die gesamte Lebensspanne nach der Optimierung der Passung zwischen sich und der Umwelt streben, um die Autonomie des individuellen und sozialen Bezugssystems unter den gewählten Bedingungen zu maximieren (S.36). Nach Schaie (2003) ist Mobilität ein wichtiges Ziel älterer Menschen, was unabhängiges Leben, Zugang zu Service und kulturelle Angebote, Kontakt zum sozialen Umfeld und sichere Bewegung in der Umgebung beinhaltet. Älte-

re Menschen sind auch außerhäuslich oft sehr aktiv, dabei sind Aspekte der Sicherheit, Versorgung und soziale Kontakte von großer Bedeutung. Selbständiges und selbstverantwortliches Leben und Aufrechterhaltung der Lebenszufriedenheit sind lebenslange Ziele des Menschen (Kruse, 1996).

Lernen in der Erwachsenenbildung hat nur Sinn, wenn es auf alltägliche Situationen angewendet werden kann. Häufig ist dies jedoch nicht der Fall, weil das Vorwissen der Lerner nicht berücksichtigt oder der Bezug zwischen Lern- und Lebenswelt nicht hergestellt wird (Reinmann-Rothmeier & Mandl, 1997). Daher sollten Angebote zur Erwachsenenbildung die Erfahrung und Wünsche der Zielgruppe berücksichtigen und die Anwendung des Gelernten fördern. Für das Erlernen der Benutzung elektronischer Geräte bietet sich ein integriertes Training an. Ein solches Training ist immer verfügbar, so dass der Benutzer lernen kann, wann und wo er möchte. Zudem kann es flexibel zum Auffrischen von Wissen zu selten genutzten Funktionen eingesetzt werden. Ein weiterer Vorteil ist, dass Training und Gerät lexikalisch und strukturell konsistent sind, wodurch weitere Barrieren zur Anwendung und Transfer des gelernten Wissens umgangen werden.

Das bisher am meisten verbreitete Hilfsmittel zum Erlernen der Benutzung elektronischer Geräte ist die Bedienanleitung. Sie soll das Risiko der Fehlnutzung reduzieren und Haftungsansprüche klären, die Akzeptanz von Geräten verbessern und die Scheu verringern und die Vermarktung von Produkten unterstützen. Dies ist erfüllt, wenn sie die Anwender befähigen, ihre Ziele zuverlässig bei geringem Aufwand und mit niedrigem Fehler- und Unfallrisiko zu erreichen (vgl. Kühn, 2004). Der Nutzwert ist jedoch oft gering, so dass Kühn (2004) zu dem Schluss kommt, dass die Mehrzahl der Anleitungen nicht überzeugen. Außerdem sind Bedienanleitungen selten auf Benutzer mit wenig Erfahrung mit elektronischen Geräten zugeschnitten, so dass sie für Ältere oft schwer zu verstehen sind.

In der vorliegenden Arbeit wurden Gestaltungsprinzipien für ein in das Gerät integriertes Training empirisch ermittelt, das insbesondere älteren Benutzern mit wenig Erfahrung im Umgang mit elektronischen Geräten das Erlernen der Bedienung erleichtert. Gestaltungsprinzipien sollen den Entwicklern von Trainings und elektronischen Geräten in frühen Phasen der Entwicklung unterstützen und so den Entwicklungsaufwand reduzieren, da bereits zu Beginn des Designprozesses wichtige Weichenstellungen vorgenommen werden können. Dabei stehen elektronische Multifunktionsgeräte im Fokus; dazu zählen Mobiltelefone, Computer, PDA (personal digital assistent), Digitalkamera, Mp3-Spieler und Navigationssysteme im Auto. Ein Multifunktionsgerät vereint die Funktionen von mehreren, ansonsten getrennten Geräten in einem Gehäuse. Elektronische Geräte bestehen aus technischer Sicht aus schaltenden, steuernden, speichernden und anzeigenden Bauelemente, die für die Signal- oder Informationsverarbeitung, die automatische Steuerung, Regelung und Signalübertragung benutzt werden. Aus Benutzersicht ist ein elektronisches Multifunktionsgerät dadurch gekennzeichnet, dass dem Benutzer vermittelt über eine Benutzungsschnittstelle und meist organisiert in einer Menüstruktur viele Funktionen zur Verfügung stehen.

Das integrierte Training wird für normal gealterte Menschen entwickelt, die motiviert sind, moderne elektronische Multifunktionsgeräte zu benutzen und daher auch potenti-

elle Käufer solcher Geräte sind. Meist wird zwischen normalem und pathologischem Altern unterschieden, wobei das normale Alter sich auf den typischen Entwicklungsverlauf (durchschnittliche Altersnorm) bezieht und auch als Altern ohne chronische Erkrankungen verstanden wird. Es existiert eine Reihe von Altersdefinitionen, die stark durch pragmatische, demografische oder populationsstatistische Überlegungen geprägt sind und die alle ihre Berechtigung haben (Martin & Kliegel, 2005). In der vorliegenden Arbeit wird die Altersgruppe der 50- bis 80jährigen betrachtet, wobei die 50- bis 65jährigen zu den jungen älteren Menschen und die 65- bis 80jährigen zu den alten älteren Menschen gezählt werden.

Im folgenden Kapitel wird der theoretische Hintergrund der Arbeit thematisiert. Nach einer Einführung zu Lehr- und Lernsystemen für Erwachsene, folgt eine Beschreibung der Besonderheiten älterer Benutzer. Aufbauend darauf werden Gestaltungsprinzipien für ein integriertes Training und offene Fragestellungen abgeleitet.

In Kapitel 3 wird die Entwicklung des integrierten Trainings beschrieben. Ausgehend von einer Interviewstudie und einer kognitiven Aufgabenanalyse wurde eine Gerätesimulation mit integriertem Training entwickelt. Es wird eine Voruntersuchung vorgestellt, die zur formativen Evaluation des integrierten Trainings diente.

In Kapitel 4 wird der Untersuchungsansatz der vergleichenden Trainingstudien vorgestellt. Es schließt mit einer ersten Trainingsstudie, in der die Wirksamkeit des Trainings im Vergleich zur Kontrollgruppe ohne explizites Training erhoben wurde.

In Kapitel 5 werden vier Trainingsstudien beschrieben, in denen verschiedene Aspekte des integrierten Trainings untersucht wurden. Nach einer Studie zum Vergleich verschiedener Lernmaterialien wurden Gestaltungsprinzipien für ein sich an den Erfahrungsstand adaptierendes Training getestet. Zum einen wurde ein sich an den Erfahrungsstand anpassendes Training untersucht, welches den Funktionsumfang schrittweise erweitert. Zum anderen wurde ein Training mit expliziten Systemhinweisen zum Lernerfolg und Übungsbedarf des Lernenden untersucht. Den Abschluss bildet ein Exkurs zur Nachhaltigkeit des integrierten Trainings.

In Kapitel 6 werden die Ergebnisse aller Trainingsstudien zusammengefasst und integrativ diskutiert. Es werden Gestaltungsprinzipien für ein integriertes Training abgeleitet, das älteren Menschen die Benutzung elektronischer Geräte optimal vermittelt. Das schließt mit einer kritischen Diskussion der Trainingsstudien.

Kapitel 7 gibt eine Zusamenfassung der Arbeit und einen Ausblick zu weiterführenden Forschungsfragen. Mit ersten Ideen für die Integration des Trainings in die Benutzungsschnittstelle elektronischer Geräte schließt die vorliegende Arbeit.

Kapitel 2

Theoretischer Hintergrund

Moderne, elektronische Multifunktionsgeräte werden von ihren Benutzern oft als komplex erlebt. Mit einem komplexen Problem werden Eigenschaften, wie Intransparenz, hohe Vernetztheit, Unüberschaubarkeit und Polytelie (i. S. Vielzieligkeit) assoziiert. Die kognitive Komplexität entsteht, wenn bei der Verarbeitung eines Sachverhaltes viele Zustände und Übergänge mental repräsentiert werden müssen (Jung, 2002), beispielsweise wenn der über die Benutzungsschnittstelle angebotene Funktionsumgang groß ist und bei der Benutzung der Funktionen viele Interaktionen erforderlich sind.

So bieten beispielsweise moderne Mobiltelefone neben Telefonfunktionen eine Vielzahl zusätzlicher Möglichkeiten zum Verwalten von Telefonlisten und Kurznachrichten, zur Planung von Terminen und zur Unterhaltung. Diese Funktionen sind miteinander vernetzt und meist in umfangreichen Menüstrukturen organisiert. Die Benutzung solcher Geräte bedeutet für den Anwender kognitive Komplexität, da er unter Aufwendung erheblicher kognitiver Ressourcen eine mentale Repräsentation aufbauen muss.

Die erlebte Komplexität bei der Benutzung hängt zum einen von der Aufgabe und der Benutzungsschnittstelle und zum anderen vom Wissen und der Erfahrung des Benutzers ab (Jung, 2002). Erfahrung stellt dabei praktisches Wissen und Können dar, welches in konkreten Situationen erworben wurde (Reinmann-Rothmeier & Mandl, 1997). Unter der Annahme, dass die Aufgabenkomplexität konstant bleibt, kann die Benutzungskomplexität entweder durch eine Vereinfachung der Benutzungsschnittstelle oder durch eine Erweiterung des Benutzerwissens reduziert werden. Maeda (2007) beschreibt Wege zur Vereinfachung wie Reduzieren und Organisieren, weißt jedoch gleichzeitig darauf hin, dass kein Problem bzw. Gerät so einfach gestaltet werden kann, dass kein Lernen mehr notwendig sein wird.

Das Kapitel beginnt mit einer Erörterung der Grundlagen für das Lehren und Lernen der Benutzung solcher komplexen, elektronischen Geräte erörtert (Abschnitt 2.1). Im zweiten Abschnitt folgt eine Beschreibung der Besonderheiten älterer Menschen (Abschnitt 2.2). Abschließend werden Schlussfolgerungen für die Gestaltung eines integrierten Trainings für ältere Lerner bzw. Benutzer vorgestellt (Abschnitt 2.3).

2.1 Grundlagen der Trainingsgestaltung

Führt ein Benutzer vor der eigentlichen Benutzung ein Training durch, so bedarf es zuerst einmal mehr Zeit und Aufwand. Andererseits ist die Benutzung im Anschluss nach einer solchen Lernphase oft einfacher und effizienter (Bösser, 1987; McGrenere, 1998, 2002).

Carroll (1986) betont, dass Benutzer motiviert sind zu lernen, wobei ihr primäre Ziel die erfolgreiche Erledigung ihrer Aufgaben ist. Daher muss das Ziel eines optimalen Trainingsdesigns ein optimales Verhältnis zwischen Trainingsaufwand und -nutzen sein.

Für die erfolgreiche Nutzung muss der Benutzer zumindest ein rudimentäres mentales Modell, d.h. eine kohärente mentale Repräsentation des elektronischen Gerätes aufbauen. Dabei wird zwischen Aufgaben- und Systemwissen unterschieden (McGrenere, 1998). Ersteres besteht in der Kenntnis der Anwendungsdomäne und des eigentlichen Sachproblems. Das zweite ist das Wissen darüber, wie die jeweilige Aufgabe in Interaktion mit dem elektronischen Gerät auszuführen ist. In der vorliegenden Arbeit wird vorwiegend die Vermittlung des Systemwissens fokussiert.

Grundlagen zum Lehren und Lernen entstammen verschiedenen Lerntheorien, wobei der behavioristische, der kognitive und der konstruktivistische Ansatz die Hauptströmungen in Theorie und Praxis sind (u. a. Reinmann-Rothmeier & Mandl, 1997; Niegemann et al., 2004). Unter Lernen wird in Anlehnung an Reinmann-Rothmeier und Mandl (1997) der relativ dauerhafte Erwerb einer neuen oder die Veränderung einer schon vorhandenen Fähigkeit, Fertigkeit oder Einstellung verstanden, wobei der Leistungszuwachs auf Erfahrung zurückgeht und daher keine Folge eines natürlichen Reifungs- oder Wachstumsprozesses ist.

Beim behavioristischen Ansatz ist Lernen mit dem Erwerb von Reiz - Reaktions - Verbindungen gleichzusetzen. Lehren besteht darin, das Verhalten eines Individuums durch äußere Hinweisreize und Verstärkung zu steuern. Innere Prozesse bleiben dabei unbeachtet. Die Lernziele sollten möglichst einfach sein, da eine hohe Erfolgswahrscheinlichkeit positiv auf den Lernprozess wirkt. Komplexe Lernziele sollen daher in kleine Lernschritte zerlegt werden. Auf die behavioristische Lerntheorie geht der Ansatz des programmierten Lernens zurück, bei dem der Lerner in kleinen Schritten, in seinem eigenen Tempo, anhand von Frage-Antwort-Kombinationen lernt, wobei auf jede Antwort Rückmeldung gegeben wird und die Lösungswahrscheinlichkeit hoch ist. Viele Lernprogramme funktionieren nach diesem Prinzip, welches zwar für einfache Lernsysteme und Übungen geeignet ist, jedoch kognitive Aspekte vernachlässigt und durch die starke Zergliederung ganzheitliches Lernen erschwert.

Die kognitive Lerntheorie fokussiert die Informationsverarbeitung, d.h. kognitive Prozesse wie Aufmerksamkeit, Denken, Planen, Entscheiden etc.. Der Lerner verarbeitet äußere Reize aktiv und selbständig zu einer mentalen Repräsentation, durch die er das neue Wissen mit vorhandenen Strukturen verankert. Es wird zwischen mechanischem und sinnvollem Lernen unterschieden. Mechanisch Gelerntes wird schnell vergessen und nicht mit dem Vorwissen in Beziehung gesetzt. Sinnvolles Lernen führt zu Wissen, das mit eigenen Worten erklärbar und mit dem eigenen Vorwissen vernetzt ist. Die kognitive Lerntheorie mündete in dem Ansatz intelligenter Lernsysteme (ITS, intelligente tutorielle Systeme), die aufgrund der Diagnose des Nutzers dessen Kompetenz bzw. Kompetenzdefizite analysieren und Rückschlüsse für didaktische Entscheidungen ableiten. Nach einer anfänglichen Euphorie zeigte die Praxis, dass die psychologische Modellierung des Wissensprozesses aufwendiger als angenommen ist, so dass bisher nur wenige ITS existieren. Zentrale Kri-

tikpunkte sind die Beschränkung auf die Informationsverarbeitung und die Annahme, es gäbe eine objektiv wahre Realität.

Der konstruktivistische Ansatz geht davon aus, dass es keine objektive Wirklichkeit gibt. Lernen wird damit als individuelle Konstruktion der eigenen Wirklichkeit verstanden, woraus geschlussfolgert wird, dass Lernumgebungen möglichst offen und flexibel sein müssen, so dass der Lerner den Lernprozess kontrolliert. Der Mangel an Strukturierung und Steuerung es Lernprozesses überfordert jedoch Anfänger, die auf kein Vorwissen zurückgreifen können, um den Lernprozess selbst zu steuern (u. a. Reinmann-Rothmeier & Mandl, 1997, 1998).

Bei der Gestaltung eines Lernsystems (z.B. eines Trainings) muss eine Kaskade von Designentscheidungen durchlaufen werden. Grundsätzlich sollte ein Training motivierend wirken, relevante Informationen vermitteln, Verstehen und Verhalten fördern, Transfer ermöglichen und den Lernprozess organisieren. Bezüglich der vorher angeführten Lerntheorien wird ersichtlich, dass jede Vor- und Nachteile hat, insbesondere wenn die Lernervoraussetzungen und die Lernziele berücksichtigt werden. Um zu wissenschaftlich fundierten Designentscheidungen zu gelangen, ohne sich auf eine bestimmte Theorie zu beschränken, wird der Ansatz von Niegemann (2004) angewendet (Niegemann et al., 2004; Niegemann & Niegemann, 2006). Basis dieses Ansatzes war eine umfangreiche Analyse existierender Modelle und Theorien, welche zu einem Beratungssystem zur Unterstützung der Entwickler von Lernsystemen führte. Niegemann weist daraufhin, dass für einige Entscheidungen bei der Trainingsentwicklung aufgrund ungenügender Datenlage keine Empfehlungen gegeben werden können, so dass eigene Analysen oder Studien durchgeführt werden müssen.

In Anlehnung an die Arbeiten von Niegemann werden in der vorliegenden Arbeit folgende Entscheidungsfelder unterschieden, die allerdings nicht unabhängig voneinander sind:

- Interaktivitätsdesign (Abschnitt 2.1.1),
- Multimediadesign (Abschnitt 2.1.2),
- Strukturierung des Lernstoffs (Abschnitt 2.1.3),
- Adaptionsdesign (Abschnitt 2.1.4),
- Motivierungsdesign (Abschnitt 2.1.5),
- Design der grafischen Oberfläche (Abschnitt 2.1.6).

Abbildung 2.1 stellt die für die vorliegende Arbeit relevanten Aspekte der Trainingsgestaltung dar. Ergänzend zu den Entscheidungsfeldern werden Input- und Outputvariablen definiert, von denen die Gestaltung des Trainings abhängt (vgl. auch Schulmeister, 2004). Eine wesentliche Gruppe von Inputvariablen für den Lernprozess sind Lernereigenschaften, wie Vorwissen, Erfahrung und Motivation des Lernenden. Wie bereits einleitend erläutert, besteht die Zielgruppe aus älteren Benutzern elektronischer Geräte, die Besonderheiten in den phyischen und psychischen Voraussetzungen sowie in ihren Erfahrungen mit elektronischen Geräten mitbringen. Diese Besonderheiten werden bei der Gestaltung des Trainings

berücksichtigt und im Abschnitt 2.2 erläutert.

Die Lernziele stellen eine entscheidende Outputvariable dar, wobei nach Bösser (1987) Lernziele in der Mensch-Computer-Interaktion der Erwerb von Fertigkeiten (d.h. aufgabenspezifische Prozeduren bestehend aus motorischen und kognitiven Anteilen) und Begriffswissen (d.h. Bezeichnungen von Elementen der Benutzungsschnittstelle), der Transfer des Gelernten und der Aufbau eines mentalen Modells sind. Ziel des zu entwickelnden Trainings ist die erfolgreiche Benutzung eines elektronischen Gerätes: Der Lerner soll nach dem Training in der Lage sein, Bedienaufgaben selbständig durchzuführen, die Hauptelemente des elektronischen Gerätes zu kennen und das erworbene Wissen auf bisher unbekannte Aufgaben zu übertragen. Dazu benötigt er eine kohärente mentale Repräsentation der Benutzungsschnittstelle. Das Training wird in das jeweilige Gerät integriert, so dass der Benutzer zu beliebiger Zeit und an beliebigem Ort lernen kann.

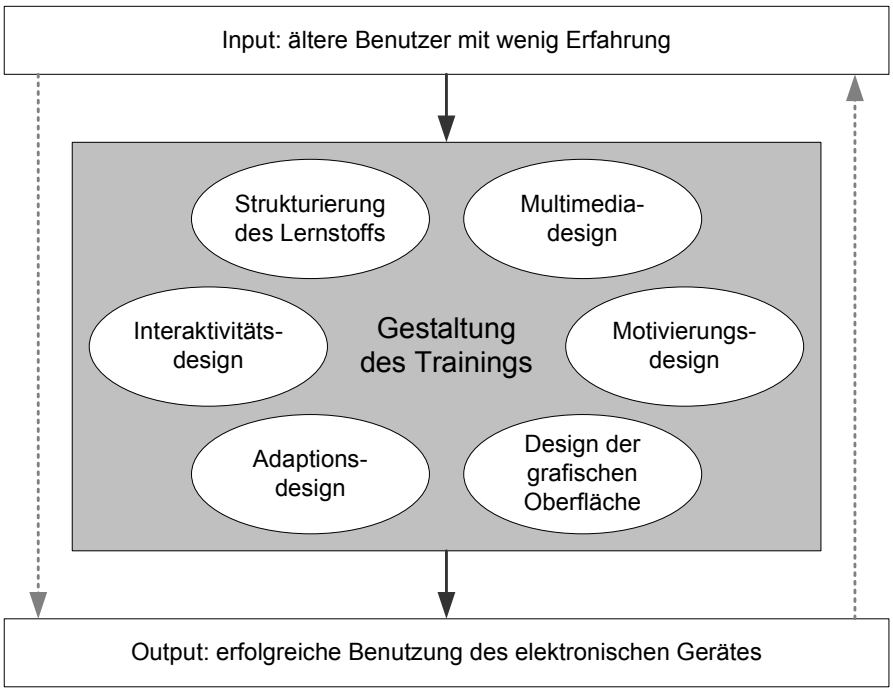

Abbildung 2.1: Modell zur Trainingsgestaltung

2.1.1 Interaktivitätsdesign

Beim Interaktivitätsdesign muss entschieden werden, welche Lernaktivitäten vorgesehen sind. Auf der einen Seite kann Wissen ausschließlich präsentiert werden, wie beispielsweise bei einer Bedienanleitung. Auf der anderen Seite kann Wissen auch in der Interaktion des Lerners mit den Lerninhalten vermittelt werden, wie beispielsweise bei der praktischen Fahrausbildung. Unter Interaktion wird das wechselseitige und handelnde aufeinander Einwirken von Lerner und Lernsystem bzw. Lerninhalte verstanden. Interaktivität ist das Ausmaß, mit dem ein Lernsystem Interaktion ermöglicht und fördert (Schulmeister, 2004; Haack, 2002). Ein Lernsystem ist interaktiv, in dem es dem Lerner Handlungsmöglichkei-

ten bereitstellt. Die Interaktivität eines Lernsystems ist ein entscheidender Faktor für den Lernerfolg (vgl. Niegemann et al., 2004; H. O. Mayer, 2004a; Schulmeister, 2004).

Bei einem Lernsystem ist zwischen Steuerungs- und didaktischer Interaktivität zu unterscheiden. Erstere bezeichnet Eingriffsmöglichkeiten des Lernenden zur Steuerung des Lernprozesses. Wichtig ist die Entscheidung, ob der Lerner den Lernprozess selbst steuert oder das Lernsystem den Lernprozess vorgibt (Programmkontrolle), was in Abschnitt 2.1.4 thematisiert wird. Die didaktische Interaktivität ist die Interaktivität der Lernobjekte. Lernobjekte sind beispielsweise Bilder, Grafiken, Textbausteine oder Animationen. Bei dem integrierten Training besteht die didaktische Interaktivität in dem Ausmaß, in dem der Lernende mit Elementen der Benutzungsschnittstelle des elektronischen Gerätes interagieren kann. Lerner mit wenig und mittlerem Vorwissen profitieren von hohem Interaktivitätsgrad (Schulmeister, 2004; Haack, 2002). Didaktische Interaktion motiviert den Lerner, fördert Verständnis, Behalten, Anwenden und Transfer des Gelernten und reguliert den Lernprozess.

In diesem Zusammenhang ist der Ansatz des handlungsorientierten Lernens einzuordnen, dem Treichel (2004) und Babel und Hackl (2004) eine hohe Bedeutung für den Lernerfolg zusprechen. Über Handlungen nimmt der Mensch Einfluss auf die Welt, um intendierte Wirkungen auszulösen (Habermas, 1989, zitiert nach Babel & Hackl, 2004). Durch Handeln werden komplexe Aktivitäten in Handlungsfolgen realisiert, die der Handelnde in Form eines Handlungsschemas mental repräsentiert. Nach Treichel (2004) entsteht Können durch die Konstruktion einer mentalen Repräsentation, wobei dabei nicht nur Wissen sondern auch Vorgehensweisen und Strategien erzeugt werden.

Einen übergeordnetes Konzept für effektives und effizientes Trainingsdesign „Minimalist Design“ (Carroll, 1998). Das Prinzip der Handlungs- und Eingriffsorientierung beinhaltet, dass zu Beginn einfache und praxisrelevante Handlungen vermittelt werden, die ein schnelles Heranführen des Nutzers ermöglichen, Berührungsangst reduzieren und zum Ausprobieren auffordern. Hervorgehoben wird dabei die Bedeutung des Aufforderungscharakters der Instruktionen und die Vollständigkeit der Nutzeraktivitäten, d.h. Handlungen sollten für den Nutzer von Anfang bis Ende durchgeführt werden. Das Prinzip der Aufgabenorientierung beinhaltet, dass die Lernaufgaben aus dem Anwendungsbereich des Lernenden entstammen sollten. Dieses führt nicht nur zur Forderung nach Orientierung an den Zielen des Lerners, sondern auch zur Berücksichtigung der Struktur menschlicher Tätigkeit bei der Festlegung der Reihenfolge von Lerninhalten. Nicht zuletzt sollten Funktionsbeschreibungen in den Aufgabenkontext eingebettet werden und praxisrelevant sein. Nach dem Prinzip der Fehlerorientierung wird gefordert, dass Informationen zu Fehlern gegeben werden und bei der Fehlerbehebung Hilfe zur Verfügung gestellt wird. Das Prinzip der Unterstützung beim Selbsterarbeiten beinhaltet die Forderung nach Unterstützung des erkundenden Lernens, bei dem selbstverständliche Handlungen zunehmend nicht mehr instruiert werden, so dass gezielt Selbsterfahrung ermöglicht wird. Außerdem soll die Funktionsweise und technische Aspekte nur dann vermittelt werden, wenn sie für die Entwicklung des mentalen Modells wichtig sind.

Zum Interaktivitätsdesign wird auch die Gestaltung von Feedback, d. h. die Rückmel-

dungen des Lernsystems gezählt. Feedback ist das Komplement zu Interaktivität: so sind interaktive Übungen ohne Feedback nicht möglich, ebenso haben Lernhandlungen ohne Rückmeldungen des Systems keinen didaktischen Wert (Schulmeister, 2004). Feedback kann implizit oder explizit sein, wobei ersteres auch als natürliches Feedback bezeichnet werden kann, weil es allein durch Erfolg und Misserfolg in der Interaktion mit dem Lernobjekt entsteht. Explizites Feedback sind „bewusste" Rückmeldungen des Lernsystems, beispielsweise auditive oder verbale Informationen. Natürliches Feedback ist vorteilhaft, wenn die Rückmeldung sich unmittelbar visuell aus der Manipulation grafischer Objekte ergibt (Schulmeister, 2004). Beim expliziten Feedback unterscheidet Keller (1983) motivierendes, informatives und korrigierendes Feedback, welches eingesetzt wird, um Leistungsbereitschaft zu bekräftigen, die Leistungsmenge aufrecht zu erhalten oder Leistung zu verbessern.

2.1.2 Multimediadesign

Zum Multimediadesign zählen die Auswahl und die Gestaltung der Medien des Lernsystems. Multimedia bedeutet, dass mehrere digitale Medien gemeinsam verwendet werden, wie beispielsweise Text, Bilder, Grafik, Video und Audio (Klimsa, 2002). Multimediadesign ist eng mit dem Interaktionsdesign verbunden, da durch die Wahl der Medien auch die Interaktivität des Lernsystems beeinflusst wird. Weidenmann (2002) macht darauf aufmerksam, dass bei multimedialen Angeboten zwischen dem verwendeten Medium (z.B. Buch, DVD-Player, Computer, Lautsprecher), der Codierung (Text, Bild, Zahl) und der einbezogenen Sinnesmodalität (visuell, auditiv) unterschieden werden muss. Aus psychologischer Sicht beeinflussen die einbezogene Sinnesmodalität und die verwendete Codierung die Wirkung des jeweiligen Mediums, das eine konkrete Kombination aus Modalität und Codierung darstellt.

Bei der Verwendung von Texten ist wichtig, dass Lehrziele transparent sind und das Vorwissen des Lerners berücksichtigt wird. Wird Handlungswissen vermittelt, muss sich der Text an den Handlungsschritten orientieren (Clark, 2004). Texte sollten knapp und klar gestaltet sein, um kognitive Überforderung zu vermeiden. Gesprochener Text ist geeignet zur gezielten Lenkung der Aufmerksamkeit und zur Übermittlung konkreter Informationen. Er kann genutzt werden, um bei Platzmangel einen geschriebenen Text zu ersetzen, wobei dieses bei der Gestaltung berücksichtigt werden muss (Niegemann et al., 2004). Außerdem ist eine gesprochene Erklärung geeigneter als geschriebene Texte, um komplexe Bilder zu erklären. Jedoch sind gesprochene Texte flüchtig, das Tempo ist meist vorgegeben und setzen eine ruhige Umgebung voraus. Bei geschriebenen bestimmt der Lerner das Lesetempo und die Informationen sind permanent verfügbar (vgl. H. O. Mayer, 2004a).

Sweller (1999) beschreibt ausgehend von den Erkenntnissen zum Arbeitsgedächtnis, wie Instruktionen gestaltet sein müssen, um die Beanspruchung des Arbeitsgedächtnisses bei der Verarbeitung des Lernmaterials zu reduzieren. Der Cognitive Load Theory (CLT) liegt die Annahme zugrunde, dass das Arbeitsgedächtnis möglichst wenig durch das Lernmaterial beansprucht sein sollte, damit genug mentale Kapazität für das Lernen der eigentlichen Lerninhalte frei ist. Er verglich für die Vermittlung mathematischer und technischer Probleme klassische Lehrmaterialien mit anhand von CLT optimierten Materialien. So

besagt der Effekt geteilter Aufmerksamkeit (split attention effect), dass eine Integration von Text- und Bildinformationen besser geeignet ist als die gängige separate Darbietung. In Experimenten konnte gezeigt werden, dass die Integration von Informationsquellen (Text-Bild, Text-Text) zum höheren Lernerfolg führen als die getrennte Darbietung von Abbildung und erklärendem Text. Der Modalitätseffekt sagt voraus, dass eine kombinierte Darbietung von auditivem und visuellem Material mit geringerem kognitiven Aufwand und besserem Lernerfolg verbunden ist als die Darbietung rein visuellen Materials. In einem Experiment untersuchte Sweller den Einfluss des Modalitätseffekts auf das Erlernen der Bedienung einer Datenbankanwendung. Dafür verglich er das Lernen mit Bedienanleitung und System mit dem Lernen mittels einer in die Anwendung integrierten auditiven Anleitung. Die Ergebnisse zeigen einen Vorteil der integrierten Instruktion. Insbesondere für wenig erfahrene Nutzer scheint dieses von Vorteil zu sein, da für diese die Wechselkosten und Beanspruchung durch die kognitive Integration der Informationen besonders beanspruchend sind.

R. E. Mayer (2001) fasst im SOI-Modell (Selection - Organization - Integration) die für die Gestaltung multimedialen Lernens relevanten theoretischen Grundlagen wie folgt zusammen:

- Die Kapazität des Arbeitsgedächtnisses ist begrenzt.
- Lernen setzt aktive Verarbeitungsprozesse zum Aufbau eines kohärenten mentalen Modells voraus.
- Auditive und visuelle Informationen werden getrennt verarbeitet.
- Begrenzungen des Arbeitsgedächtnis führen zu langen Bearbeitungszeiten.

Daraus leitet R. E. Mayer (2001) Prinzipien multimedialen Lernens ab. Für das Multimediadesign eines integrierten Trainings sind folgende Regeln zu beachten (vgl. Niegemann et al., 2004):

- Lerninhalte sollten auf verschiedene Sinneskanäle verteilt werden.
- Zusammengehörige Informationen sollten integriert dargeboten werden.
- Informationen ohne inhaltlichen Gehalt sollten vermieden werden.

Eine weitere Möglichkeit zur Gestaltung des Lernmaterials ist die Verwendung von Animationen. Dabei verändern sich visuelle Merkmale durch die Verwendung bewegter Bilder. Animation kann zur Dekoration, Aufmerksamkeitslenkung, Motivation, Präsentation, Verdeutlichung und Übung eingesetzt werden. Spotts und Dwyer (1996) untersuchten den Lernerfolg junger Erwachsener bei der Verwendung unterschiedlicher Medien und fanden bei der Verwendung von Animationen einen besseren Wissenserwerb als beim Lernen mit Text und Bild. Bei Animationen kann sich der Grad der Steuerung durch den Lerner unterscheiden. Weiterhin kann die Reihenfolge der Animationen linear vorgegeben oder durch den Lerner steuerbar sein, wodurch das Ausmaß an Steuerungsinteraktivität erhöht wird. Lai (2001) konnte zeigen, dass insbesondere bei Lernern ohne oder mit wenig Vorwissen

lineare Animationen ohne Kontrolle zu besserem Lernerfolg führten als Animationen unter teilweiser oder vollständiger Kontrolle des Lernenden. H. O. Mayer (2004a) weist darauf hin, dass Animation die Gefahr birgt, wenig zu eigener kognitiver Verarbeitung anzuregen und den falschen Eindruck vermittelt, dass Sachverhalte vollständig verstanden wären.

2.1.3 Strukturierung des Lernstoffs

Zur Strukturierung der Lerninhalte gehören die Auswahl, Segmentierung und Sequenzierung der Lerninhalte. Wie bereits erwähnt, sollten irrelevante Lerninhalte vermieden werden. Welche Lerninhalte relevant sind, hängt vom Lernziel und Vorwissen der Lerner ab. Nach der Auswahl der Lerninhalte ist der Umfang der Lerneinheiten festzulegen (Segmentierung). Da eine Überbeanspruchung der kognitiven Ressourcen des Lerners zu vermeiden ist, hängt auch die Größe der Segmente von der Komplexität des Lernstoffs und dem Vorwissen des Nutzers ab. Für die Auswahl und Segmentierung des Lehrstoffs sind daher Analysen der zu vermittelnden Inhalte und des Vorwissens der Lerner unerlässlich (Niegemann et al., 2004).

Außerdem ist zu klären, in welcher Reihenfolge die Segmente vermittelt werden. Wenn vorhanden, kann auf eine gängige Systematik zurückgegriffen werden. Weiterhin gibt es die Möglichkeit sich am Gegenstand zu orientieren (z. B. an der Funktionsstruktur des elektronischen Gerätes) oder die Inhalte anhand potentieller Probleme zu vermitteln. Die Reihenfolge hängt davon ab, ob Domäne- oder Aufgabenwissen vermittelt werden soll. Ein wichtiges Prinzip ist die Ganzheitlichkeit, d.h. zusammenhängende Inhalte wie z. B. eine Aufgabe sollten in ihrer vollständigen Abfolge vermittelt werden (u. a. Niegemann et al., 2004; Clark, 2004). Bei Handlungswissen (prozeduralem Wissen) bietet sich dafür die Sequenzierungsmethode der vereinfachten Bedingungen an. Bei dieser wird die Aufgabe in der vollständigen Abfolge der Handlungsschritte vermittelt, jedoch wird mit vereinfachten Bedingungen begonnen und sukzessive komplexere Aufgaben vermittelt. Bei prozedurelen Aufgaben besteht die Schwierigkeit darin, die Komplexität der Aufgaben für den Lerner zu identifizieren. Dafür sind Analysen der kognitiven Komplexität von Aufgaben notwendig, wobei dabei das Vorwissen des Lerners zu berücksichtigen ist.

2.1.4 Adaptionsdesign

Ein Lernsystem ohne ein Mindestmaß an Anpassung an die Äußerungen des Lerners ist kaum denkbar. Selbst ein Buch ist anpassbar, da der Leser Inhalte gezielt auswählen und eigene Notizen vornehmen kann. Grundsätzlich wird zwischen adaptiven und adaptierbaren Systemen unterschieden, wobei adaptierbare dem Nutzer die Möglichkeit bieten, das System an ihre Bedürfnisse anzupassen. Adaptivität bezeichnet in diesem Zusammenhang das Potential eines Lernsystems, sein Verhalten an veränderte Bedingungen anzupassen, wie z. B. an Lernvoraussetzungen oder Lernfortschritte (Leutner, 2002). Anpassung kann sich auf die Lernzeit, die Steuerung des Lernprozesses oder Umfang, Präsentation und Schwierigkeit der Lerninhalte beziehen. Insbesondere im Kontext selbstgesteuerten Lernens wurde untersucht, inwieweit Lerner in der Lage sind, sich ihre Informationen selbst zusammen zu stellen und selbständig hinreichend zu üben. Studien zeigen, dass es von

Vorteil ist, den Grad der Selbsteuerung und die Komplexität der Lerninhalte an die individuellen Lernvoraussetzungen anzupassen. Solche adaptiven Lernsysteme sind bisher technisch sehr aufwendig und setzen umfangreiches Wissen zu Wechselwirkungen zwischen Lernsystem und Lerner voraus (Leutner, 2002).

Benutzer von Lernsystemen unterscheiden sich hinsichtlich des Ausmaßes an Unterstützung, die sie benötigen, um die Lehrziele erfolgreich und mit vertretbarem Aufwand zu erreichen. Ziel von Adaption ist die Passung zwischen intern gegebenem Unterstützungsbedarf des Lernenden und dem Lernsystem herzustellen, wobei die Extreme vollständig selbst- und systemgesteuertes Lernen sind (Leutner, 2002). Zwecke von Adaptation sind entweder der Ausgleich von Lerndefiziten (Fördermodell), Anpassung an unzureichende Lernvoraussetzungen (Kompensationsmodell) oder die Nutzung günstiger Lernvoraussetzungen (Präferenzmodell). Weiterhin unterscheidet Leutner (1992) zwischen Makroadaptation mit großen zeitlichen Abständen bei wenig veränderlichen Eigenschaften und Mirkoadaptation als dynamische Anpassung bei veränderlichen Prozessen. Beispiele für Makroadaptation sind die Anpassung an Lernstil oder individuellen Erfahrungsstand zu Beginn einer Lerneinheit. Mikroadaptation wäre z. B. eine kontextsensitive Hilfe oder eine adaptive Rückmeldung.

Für ein integriertes Bedientraining gibt es folgende Adaptionsprinzipien:

1. Adaption des Instruktionsumfangs an den Lernfortschritt,
2. Adaption der Bearbeitungszeit von Lernaufgaben an den Lernerfolg,
3. Adaption der Schwierigkeit an Vorwissen und Lernfortschritt und
4. Adaption der Kontrolle über den Lernprozess an die Lernererfahrung.

ad 1) Der Umfang von Instruktionen soll derart gestaltet sein, dass der Lerner sein zuvor gestecktes Lernziel mit vertretbarem Lernaufwand erreicht. Hierfür muss der Lernfortschritt des Lerners fortdauernd diagnostiziert werden, um zu entscheiden, ob er ein Teilziel erfolgreich abschließen kann oder eine Lerneinheit wiederholt werden sollte (Leutner, 1992; Tennyson, 1981).

ad 2) Nach Anderson (1983) soll der Lerner beim Erwerb von Fertigkeiten (prozedurales Wissen) möglichst wenige Fehler machen. Darauf beruht das Prinzip adaptiver Antwortzeitbegrenzung, das darin besteht, zu Beginn der Lerneinheit möglichst wenig Fehler zuzulassen, indem sich die Bearbeitungszeit für eine Aufgabe nach einem Fehler reduziert. Erst nach einer erfolgreichen Aufgabe wird die Bearbeitungszeit wieder erhöht. Untersuchungen belegen die Lernförderlichkeit der adaptiven Antwortzeitbegrenzung (Leutner, 2002).

ad 3) Bei der Anpassung des Lernsystems an den Lerner kommt dem Prinzip der Erfahrungsorientierung eine besondere Bedeutung zu. Nach Reinmann-Rothmeier und Mandl (1997) wird Erfahrung als regelgeleitetes Verhalten definiert, wobei die Regeln in konkreten Situationen erworben wurden. Das Erfahrungswissen des Lerners ist von besonderer

Bedeutung für die kognitive Leistung und wird auch als praktisches Wissen und Können verstanden. Bei der adaptiven Gestaltung von Lernsystemen besteht ein Prinzip darin, in Abhängigkeit vom individuellen Erfahrungsstand die Komplexität der Lerninhalte und Lernaufgaben anzupassen (Leutner, 2002; Bannert, 2000; Carroll & Carrithers, 1984).

ad 4) Abschließend kann der Grad, mit dem der Lerner das Lernsystem selbst steuert, angepasst werden. Wie bereits in Abschnitt 2.1.1 erwähnt, sind die Pole der Dimension vollständige Kontrolle des Lernprozesses durch den Lerner selbst und vollständige Kontrolle durch das Lernsystem (Programmkontrolle, vgl. Tennyson, 1981; Park & Tennyson, 1980). Die Kontrolle kann sich auf die Ausführung der Lernhandlung, die Bewertung der Leistung sowie die Motivation und ihre Aufrechterhaltung beziehen. Voraussetzung für einen hohen Grad an Lernerkontrolle ist Metawissen und Erfahrung im Lernbereich (Reinmann-Rothmeier & Mandl, 1997). Für die Entscheidung zwischen selbstgesteuertem Lernen und Programmkontrolle ist daher die Kenntnis über das Meta- und Domänwissen des Lerners Voraussetzung (Leutner, 2002).

2.1.5 Motivierungsdesign

Im Kontext Lernen kann Motivation als der Antrieb verstanden werden, das Lernziel zu erreichen. Der Motivation liegt immer ein Motiv zu Grunde, wie z. B. Neugierde, Belohnung und Interesse. Sofern das Motiv aus dem Lerner selbst erwächst, wird von intrinsischer Motivation gesprochen. Dagegen wird mit extrinsischer Motivation die Tatsache bezeichnet, dass das Motiv von außen erzeugt wird. Für das selbstgesteuerte Lernen im Erwachsenenalter ist intrinsische Motivation nötig (Reinmann, 2004). Durch intrinsische Motivation bearbeitet und übt der Lerner das Lernmaterial sorgfältiger und wendet es auch eher an.

Das ARCS-Modell macht Vorschläge, wie die Motivation im Instruktionsdesign berücksichtigt werden kann (Reinmann, 2004). Das von Keller (1983) aufgestellte Modell postuliert vier Hauptelemente für Lernmotivation: attention, relevance, confidence, satisfaction. So ist die Aufmerksamkeit (attention) von Bedeutung und kann durch Abwechslung, Variation und ansprechender Gestaltung erreicht werden. Ebenfalls ist es wichtig, die Bedeutsamkeit (relevance) der Lerninhalte zu vermitteln, indem die Lernziele, das Wissen und die Erfahrung des Lerners berücksichtigt werden. Die Erfolgszuversicht (confidence) ist zu fördern, indem Leistungsanforderungen transparent gestaltet werden und große Erfolgswahrscheinlichkeiten gewährleistet werden. Die Zufriedenheit (satisfaction) kann erhöht werden, indem das erworbene Wissen und Können angewendet und das Verhalten positiv verstärkt wird. Zusammenfassend ist ein Lernsystem motivierend, wenn es die Aufmerksamkeit des Lerners erregt, auf bedeutsame Lerninhalte fokussiert, Erfolgserlebnisse ermöglicht und den Transfer auf Alltagssituationen erleichtert.

2.1.6 Design der grafischen Oberfläche

Die Gestaltung der grafischen Benutzeroberfläche des Lernsystems umfasst die Darstellung der Informationen und die Umsetzung der didaktischen und Steuerungsinteraktio-

nen. Hierbei gelten - wie für andere Software-Produkte auch - die Normen zur Softwareergonomie, wie sie in der ISO-Norm 9241 festgelegt sind, wobei insbesondere die Teile 10 (Grundsätze der Dialoggestaltung), 11 (Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit) und 12 (Informationsdarstellung) relevant sind (DIN EN ISO 9241–10, 1995; DIN EN ISO 9241–11, 1998; DIN EN ISO 9241–12, 1998).

Für eine detaillierte Darstellung ist das Kompendium E-Learning von Niegemann (2004) und der Beitrag von Reglin (2001) empfehlenswert. Weiterhin kann auf allgemeine Literatur zur Software-Ergonomie und Mensch-Technik-Interaktion zurückgegriffen werden (Balzert, 1988; Hüttner, Wandke & Rätz, 1995; Nielsen, 1993; Herczeg, 2004; Preece et al., 1994).

2.2 Besonderheiten älterer Benutzer

Im Hinblick auf die altersdifferenzierte Betrachtung des Lernens und der Benutzung elektronischer Geräte werden drei Einflussfaktoren unterschieden: die physischen Veränderungen, die psychischen Veränderungen und der Generationseffekt im Hinblick auf das Wissen und die Erfahrung mit elektronischen Geräten (Abbildung 2.2).

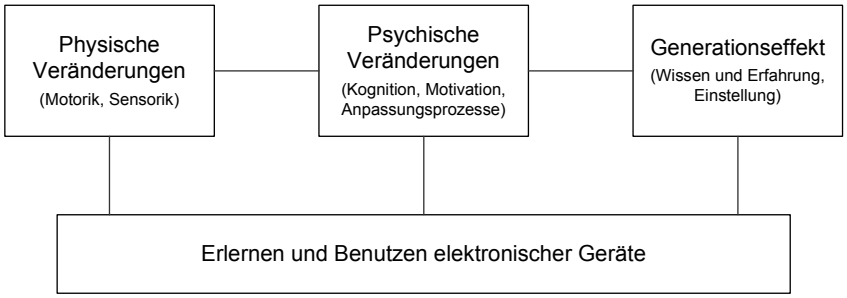

Abbildung 2.2: Einflussgrößen altersdifferenzierter Techniknutzung

2.2.1 Entwicklung physischer und psychischer Ressourcen

Altersbedingte physische und psychische Veränderungen beeinflussen die Benutzung und das Erlernen der Bedienung technischer Systeme (Ziefle & Bay, 2005). Insbesondere hängt die Techniknutzung von altersdifferenzierten Veränderungen in der Informationssuche in hierarchischen Strukturen (Freundenthal, 2001), des räumlichen Vorstellungsvermögens und des verbalen Gedächtnisses ab (Fisk, Rogers, Charness, Czaja & Sharit, 2004; Bay & Ziefle, 2003).

Deutliche Evidenz gibt es für Verluste hinsichtlich der Seh- und Hörfähigkeit (Martin & Kliegel, 2005): Etwa die Hälfte der über 60-jährigen und mehr als 80 Prozent der über 75-jährigen Menschen haben signifikante Hörverluste, ähnliches gilt für die Sehleistung (u. a. bzgl. Kontrastempfindlichkeit, Sehschärfeveringerung, Dunkeladaption). Seh- und Hörhilfen bieten teilweise Ausgleich, wobei trotzdem Einschränkungen bestehen bleiben.

Diese physiologischen Veränderungen müssen bei der Gestaltung von Test- und Trainingsmaterialien berücksichtigt werden. Martin und Kliegel (2005) und Fisk et al. (2004) geben Empfehlungen für die Gestaltung auditiven und visuellen Materials für ältere Menschen, wie. z.B. die Vermeidung von Hintergrundgeräuschen, die Anpassung der Lautstärke und die Erhöhung von Kontrast und Beleuchtung. Ebenso treten altersbedingte Verschlechterungen in der Reaktion des motorischen Systems auf Reize auf (Martin & Kliegel, 2005). Motorische Handlungen werden im Allgemeinen langsamer, was sich sowohl auf die Reaktionszeit (Zeit zwischen Reizdarbietung und Bewegungsbeginn) als auch auf die Bewegungszeit (Zeit zwischen Beginn und Ende der Bewegung) auswirkt. Insbesondere bei der Gestaltung von Eingabegeräten sollte diesen Veränderungen Rechnung getragen werden.

Weiterhin sind mit dem Alterungsprozess eine Reihe kognitiver Veränderungen verbunden (u. a. Salthouse, 2004; Verhaeghen & Salthouse, 1997; Singer, Lindenberger & Baltes, 2003). Kognitive Ressourcen sind elementar für ein selbständiges Leben, denn sie ermöglichen dem Menschen durch Wissen, Einsicht und Denken Aufgaben zu lösen und neue Situationen zu bewältigen. In der Seattle Längsschnittstudie wurden über 28 Jahre verschiedene kognitive Faktoren bei Erwachsenen erhoben (Schaie, 2005). Die Daten zeigen erhebliche Unterschiede in den mittleren Verläufen verschiedener kognitiver Faktoren. Es wurden stabile, zu- und abnehmende Altersverläufe beobachtet, wobei basale kognitive Prozesse (sog. fluide Intelligenzleistungen) stärker vom Altersabbau betroffen sind als höhere bildungsabhängige Prozesse (sog. kristalline Intelligenz), die bis zum 75. Lebensjahr nur einem leichten Alterstrend unterliegen (Schaie, 1996, 2005). Die praktische Intelligenz, wie Kartenlesen oder das Verstehen von Arzneietiketten sind über die Lebensspanne im hohen Maße stabil.

Die Befunde zur altersbedingten Veränderung des Gedächtnisses verlangen eine differenzierte Betrachtung unterschiedlicher Gedächtnisprozesse (zusammengefasst nach Martin & Kliegel, 2005). So verschlechtert sich das prozedurale Gedächtnis, d.h. das Erlernen und Erinnern kognitiver und motorischer Fertigkeiten nur wenig. Auch das semantische Gedächtnis, zuständig für das Erinnern von Faktenwissen unterliegt kaum einem Alterstrend. Dagegen treten signifikante Verschlechterungen des Arbeitsgedächtnisses auf, in dem als temporärer psychischer Speicher aktive psychische Inhalte befinden und Denkprozesse sowie das Einspeichern und Abrufen von Informationen aus dem Langzeitgedächtnis erfolgen (Baddeley, 1999). Aufgaben mit hoher Beanspruchung des Arbeitsgedächtnis - wie beispielsweise das zeitkritische und gleichzeitige Bearbeiten mehrerer kognitiver Aufgaben - werden erschwert. Ebenso verschlechtert sich das räumliche Gedächtnis, welches für das Erinnern an Gegenstände im Raum verantwortlich ist.

Neurologische Plastizität als Grundlage für Lernen bleibt bis ins hohe Alter erhalten (Reinmann-Rothmeier & Mandl, 1997). Befunde zeigen, dass ältere Erwachsene erfolgreich Wissen und Fertigkeiten erwerben können, wobei bedeutsame altersbasierte Einbußen hinsichtlich der Effizienz von Lernprozessen auftreten, insbesondere bezüglich des Arbeitsgedächtnisses und der Lerngeschwindigkeit (Hoyer & Touron, 2003; Singer et al., 2003). Hoyer und Touron (2003) und Martin und Kliegel (2005) weisen darauf hin, dass insbesondere für ältere Lerner das Üben und Wiederholen des Gelernten wichtig ist. Training und Vorwissen kompensieren den Einfluss des Alters, indem bei der Erledigung der Lern-

aufgabe auf alternative Strategien und Heuristiken zurückgegriffen werden kann (Hoyer & Touron, 2003). Nach Martin und Kliegel (2005) können auch im hohen Erwachsenenalter Fertigkeiten, wie die Benutzung elektronischer Geräte und Software erworben werden, jedoch sollte das Lernmaterial an die Besonderheiten älterer Lerner angepasst werden.

Reischies und Lindenberger (1996) fassen zusammen, dass basale psychische Prozesse, wie Wahrnehmungsgeschwindigkeit und Wortflüssigkeit eine lineare Abnahme im Alter zeigen, wobei höhere Prozesse wie Denkfähigkeit und motorische Fertigkeiten davon wenig betroffen sind. Weiterhin weisen die Autoren darauf hin, dass die interindividuellen Unterschiede über die Lebensspanne erhalten bleiben. Zudem verstärken visuelle und motorische Abbauprozesse das kognitive Alterns; dagegen übt Bildung einen kompensatorischen Einfluss aus. Die Lernfähigkeit bleibt bis ins hohe Alter erhalten, so dass Training und Üben eingesetzt werden können, um Alterunsgprozesse zu kompensieren.

2.2.2 Kompensation durch Selektion und Optimierung

Martin und Kliegel (2005) stellen die Leithypothese auf, dass Menschen über die gesamte Lebensspanne nach Optimierung der Passung zwischen sich und der Umwelt streben, um ihre Autonomie unter den jeweiligen Bedingungen zu maximieren (S. 36). Altern wird demnach als ein komplexer Adaptationsprozess an altersbedingte Veränderungen verstanden, wobei erfolgreiches Altern darin besteht, ein Gleichgewicht zwischen den Bedürfnissen und Erwartungen des alternden Menschen und den Anforderungen der Lebensumstände im Alter herzustellen (Jopp, 2002; P. B. Baltes & Baltes, 1989). Die Kontrolle wird als ein primäres Bedürfnis verstanden, die Umwelt zu verändern oder die eigenen Ziele anzupassen, wenn Kontrolle nicht möglich ist. Studien zu emotionalen und motivationalen Veränderungen konnten zeigen, dass es im Alter zu einer Verschiebung von primärer Kontrolle des Lebens durch Veränderung der Umwelt hin zu sekundärer Kontrolle durch Veränderung der innerer Bewertung und Ziele kommt (Martin & Kliegel, 2005). Die Arbeit von Wrosch, Heckhausen und Lachman (2000) konnte dies in einer Fragebogenerhebung für gesundheitliche und finanzielle Belange belegen. Durch verstärkte sekundäre Kontrolle bleibt die Lebenszufriedenheit trotz altersbedingter Verluste erhalten. In der Berliner Altersstudie (K. U. Mayer & Baltes, 1996) wurden verschiedene Faktoren, wie die Lebensgeschichte, die geistige Leistungsfähigkeit, die Gesundheit und das Wohlbefinden alter Menschen ermittelt und keine Zusammenhänge zwischen biologischem Alter und subjektivem Wohlbefinden gefunden. Allerdings zeigte sich, dass der Gesundheitszustand der beste Prädiktor für das Wohlbefinden ist, nicht aber die objektiven Lebensbedingungen bzw. Leistungsfähigkeit. Lehr (2003) sieht in diesem Paradoxon von hohem subjektivem Wohlbefinden bei sehr unterschiedlichen Lebensbedingungen den Beweis für die Erhaltung der Plastizität menschlichen Erlebens und Verhaltens (S. 142).

Das von P. B. Baltes und Baltes (1990) entwickelte Modell der selektiven Optimierung mit Kompensation (SOC, selective optimization with compensation) beschreibt erfolgreiche Entwicklung als einen dynamischen Prozess, der sowohl durch Angebote und Möglichkeiten der Umwelt (Training und Weiterbildung) als auch durch die Ressourcen des Individuums (z. B. kognitive Ressourcen, Wissen) bedingt ist (Abbildung 2.3). Erfolg - also optimale Entwicklung - wird in diesem Modell als Maximierung von Gewinnen bei

gleichzeitiger Minimierung von Verlusten definiert. Zur Anpassung an individuelle und gesellschaftliche Anforderungen des Alterns wird auf interne und externe Ressourcen und Strategien zurückgegriffen, um trotz der eintretenden physischen und psychischen Veränderungen „lebenszufrieden“ zu bleiben (M. Baltes, 1996; Jopp, 2002). SOC wird als allgemeines Konzept für den lebenslangen Adaptationsprozess verstanden, wobei P. B. Baltes und Baltes (1990) eine besondere Bedeutung für die Anpassung im höheren Erwachsenenalter sehen. Die Anpassung setzt sich dabei aus drei Prozessen zusammen: Selektion, Optimierung und Kompensation.

Abbildung 2.3: SOC-Modell nach Baltes (1989)

Mittels Selektion werden die Ziele neu formuliert. Dies kann sowohl initiativ-prospektiv als auch verlustbetont geschehen. Aus dem vorhandenen Repertoire von Aufgaben und Zielen werden Teilbereiche ausgewählt, auf welche die vorhandenen Ressourcen fokussiert werden. Durch Optimierung kommt es zum Neuerwerb und zur Verbesserung von Mitteln, Ressourcen und Handlungsweisen, die nötig sind, um die ausgewählten Ziele zu verwirklichen. So wird zum Erreichen ausgewählter Ziele mehr Anstrengung und Zeit investiert, mehr geübt und wiederholt. Kompensation besteht im bewussten und unbewussten Reagieren auf die altersassoziierten Defizite. Durch Anwendung von Strategien oder Fertigkeiten werden latente Ressourcen mobilisiert und so versucht, das Funktionsniveau zu erhalten (vgl. P. B. Baltes & Baltes, 1990; Martin & Kliegel, 2005).

In einer Studie konnte Salthouse (1984) zeigen, dass Schreibkräfte altersbedingte Verluste durch Kompensationsstrategien ausgleichen. Dadurch zeigen ältere Schreibkräfte in ihren alltäglichen Anforderungen keine Einbußen gegenüber jüngeren, obwohl psychometrische Veränderungen der fluiden Intelligenz messbar sind. Dies geschieht durch geschickte Nutzung anderer Ressourcen, wie Strategien und Vorwissen, indem z. B. der zu schreibende Text voraus gelesen wird. Martin und Kliegel (2005) fanden in einer Studie zu alltäglichen Planungsaufgaben heraus, dass ältere Menschen trotz Defiziten in kognitiven Variablen gegenüber jüngeren Menschen keine Einbußen in der Planung alltäglicher Aufgaben zeigten, wobei ältere Menschen dies durch eine stärkere Fokussierung auf relevante Informationen erreichen. Durch SOC bleibt die Lebenszufriedenheit erhalten, da vorhandene Funktionen und Fertigkeiten optimiert und so Einbußen in anderen Funktionen und Fertigkeiten kompensiert werden (Kruse, 1996).

2.2.3 Einfluss des Generationseffekts

Für die altersdiffernzierte Betrachtung ist der Generations- bzw. Kohorteneffekt (u. a. Willis & Schaie, 2006; Alwina & McCammona, 2001) von besonderer Bedeutung. Neben

physischen und psychischen Veränderungen über die Lebensspanne entwickelten sich die Mehrheit der Personen einer Generation im gleichen historisch-soziokulturellen Kontext, wie z.B. die Zugänglichkeit zu Bildung und gesundheitlicher Versorgung und die Technologieentwicklung (Martin & Kliegel, 2005; Willis & Schaie, 2006; Christensen et al., 1997). Christensen et al. (1997) und Anstey und Christensen (2000) weisen auf den bedeutsamen Einfluss von Bildung und Wissen auf die psychischen Veränderungen mit dem Altern hin. So wirkt beispielsweise die formale Bildung moderierend auf das kognitive Altern, so dass Altersunterschiede hinsichtlich kognitiver Faktoren bei hoher Bildung geringer sind als bei weniger Bildung (Compton, Bachman, Brand & Avet, 2000; Berg & Sternberg, 2003). Für die vorliegende Arbeit ist außerdem der Zugang bzw. die technische Entwicklung ausgehend von mechanischen und elektrischen hin zu elektronischen Geräten relevant, weil sie die Erfahrungswelt einer Generation prägt. Willis und Schaie (2006) sehen in der Zunahme der Komplexität technischer und ökonomischer Strukturen den entscheidenden Einflussfaktor für die Entwicklung kognitiver Funktionen.

In der Jugend der heute 60- bis 80-jährigen war der tägliche Umgang mit komplexer Technik nicht gegeben. Analoge Geräte mit wenigen Funktionen (Herd, Waschmaschine, Radio, Plattenspieler) beherrschten den Alltag. Vor etwa 15 Jahren traten elektronische Geräte mit umfangreicher Funktionalität zunehmend in den technischen Alltag. Da für die heutigen älteren Menschen komplexe elektronische Geräte nicht Bestandteil der Kindheit und des jungen Erwachsenseins waren, können sie meist nur auf wenig Wissen über und Erfahrung mit elektronischen Geräten zurückgreifen (Poynton, 2005). Charness et al. (2001) zeigten in Trainingsstudien zum Erwerb eines Textverarbeitungsprogramms mit jüngeren und älteren Erwachsenen, dass die Erfahrung neben dem kognitiven Alter der bedeutendste Prädiktor für Unterschiede beim Lernerfolg ist. Die Erfahrung im Umgang mit elektronischen Geräten steht im Zusammenhang mit Technikängsten der Benutzer. Gerhard et al. (2004) erfassten in einer Pilotstudie Ängste älterer Menschen vor der Nutzung von Computern. So äußert sich Computerangst z.B. in Bedenken, etwas falsch zu machen, sich zu blamieren, das neue Wissen nicht verarbeiten zu können und die Fachsprache nicht zu verstehen (Freiling, 2003). Diese Bedenken werden durch Aussagen der Teilnehmer in den Trainingsstudien der vorliegenden Arbeit gestützt. So gaben viele Teilnehmer die Befürchtung an, der Benutzung von Technik nicht gewachsen zu sein, etwas unabsichtlich zu löschen oder etwas falsch zu machen. Befunde zeigen, dass ältere Menschen nicht grundsätzlich negativ gegenüber neuen Technologien eingestellt sind (Baldi, 1997; Morris, 1994; Smith, Caputi, Crittenden, Jayasuriya & Rawstorne, 1999), jedoch erschweren Berührungsängste sowie geringes Kontrollerleben bei der Benutzung die Annäherung an neue elektronische Geräte (Poynton, 2005; Choi, Ligon & Ward, 2002; Freiling, 2003; Marquie et al., 2002).

Kontrollerleben bzw. Erleben von Selbstwirksamkeit hängt eng zusammen mit der Erfahrung und Benutzung elektronischer Geräte (Barbeite & Weiss, 2004; Hung & Liang, 2001; Choi et al., 2002; Czaja et al., 2006). Reed, Doty und May (2005) untersuchten die Zusammenhänge zwischen chronologischem Alter, Computernutzung und Einstellung zu Computern und gelangten zu dem Schluss, dass Alter und computerbezogene Selbstwirksamkeit zusammenhängen, jedoch Alter nicht mit der allgemeinen Einstellung gegenüber Computern korreliert (vgl. Morris, 1994; Baldi, 1997). Auch Czaja et al. (2006) berichten

Zusammenhänge zwischen Computerängsten und Alter, jedoch fanden sie keinen signifikanten Einfluss des Alters auf die allgemeine Einstellung zu Computern. Es liegt daher die Schlussfolgerung nahe, dass Technikängste bzw. mangelnde Kontrollüberzeugungen älterer Menschen i. S. des SOC-Modells als Kompensationsstrategie in Folge der Ressourcenveränderungen und mangelnde Erfahrung interpretiert werden können. Dies wird durch die Befunde von Jay und Willis (1992) gestützt, die zeigten, dass diese altersbezogene Unsicherheit durch direkte Erfahrung mit elektronischen Geräten abgebaut werden kann. Czaja et al. (2006) weisen jedoch in diesem Zusammenhang darauf hin, dass dieser Abbau von Technologieängsten durch die Nutzung elektronischer Geräte nur dann gefördert wird, wenn die Benutzung erfolgreich ist und dadurch Selbstbewusstsein beim Benutzer aufgebaut wird.

2.3 Schlussfolgerungen für das Training älterer Menschen

Durch ein Training kann der Generationseffekt kompensiert werden, da ältere Menschen in einem sicheren Rahmen und erfolgreich die Benutzung elektronischer Geräte erlernen können, so dass Technolgieängste reduziert werden (Czaja et al., 2006; Jay & Willis, 1992). Im Vergleich zu jüngeren Erwachsenen benötigen ältere Menschen mehr Zeit, Strukturierung und Hilfe, um die Bedienung elektronischer Geräte zu erlernen (Baldi, 1997; Charness et al., 2001; Fisk et al., 2004; Morris, 1994). Je komplexer ein elektronisches Gerät ist, desto größer ist der Leistungsunterschied zwischen jüngeren und älteren Benutzern (Ziefle & Bay, 2005).

Kelley und Charness (1995) analysierten zwölf Studien zu Alterseffekten bezüglich Lernen und Benutzung von Computern. In zehn der zwölf Studien zeigte sich, dass ältere im Vergleich zu jüngeren Benutzern mehr Schwierigkeiten hatten, die sich in längeren Lernzeiten, höherer Fehlerzahl und mehr benötigten Hilfestellungen äußerten. Diese Effekte traten bei unterschiedlichen Anwendungen auf, beispielsweise bei Textverarbeitungsprogrammen, Datenbanken und Grafiksoftware. Die Analyse ergab weiterhin, dass kognitive Faktoren, wie räumliches Vorstellungsvermögen, verbales Gedächtnis und Denkvermögen den Alterseffekt moderieren. Bedeutendster Prädiktor für den Lernerfolg war die Vorerfahrung des Lerners. Außerdem verringern sich Alterseffekte durch die Reduktion von Computerängsten. Die Autoren fanden keinen Einfluss der generellen Einstellung zu Technik und Computern. Zusammenfassend sind Computerangst, Vorerfahrung und räumliches Vorstellungsvermögen die bedeutendsten Prädiktoren für den Lernerfolg älterer Benutzer (vgl. auch Baldi, 1997; Czaja et al., 2006).

Den theoretischen Rahmen für die Ableitung von Gestaltungsprinzipien für ältere Lerner bildet die Übertragung des SOC-Modells von P. B. Baltes und Baltes (1990, 1989) auf das Erlernen der Benutzung elektronischer Geräte (Abbildung 2.4). Durch die Unterstützung älterer Benutzer in der Selektion, Optimierung und Kompensation bei der Bedienung eines elektronischen Gerätes soll eine eingeschränkte jedoch selbstwirksamkeitsförderliche Gerätebenutzung möglich werden. Selektion im Kontext der Benutzung elektronischer Geräte bedeutet, dass ältere Benutzer verstärkt ihre Ressourcen auf für sie relevante Aufgaben und Ziele fokussieren. Bei der Gestaltung muss dies berücksichtigt werden, indem die Komplexität der Lern- und Bedienaufgaben an die Voraussetzungen des Lernenden

angepasst werden müssen. Für den Mechanismus der Optimierung ergibt sich, dass ältere Benutzer Lerninhalte intensiver üben und wiederholen möchten, um das jeweilige elektronische Gerät sicher zu bedienen. Daher sollte ein Training dem Lernenden die Möglichkeit zu selbständigem Üben bieten und ihn dabei unterstützen. Unter Kompensation werden Strategien zum Ausgleich verringerter Ressourcen zusammengefasst, beispielsweise notieren sich ältere Menschen bei seltenen Bedienaufgaben die Handlungsabläufe anstatt sich durch Ausprobieren das fehlende Wissen zu erarbeiten. Für die Gestaltung des Trainings ergibt sich daher, dass altersdifferenzierte Strategien zu berücksichtigen sind und ein explizites Training angeboten werden sollte.

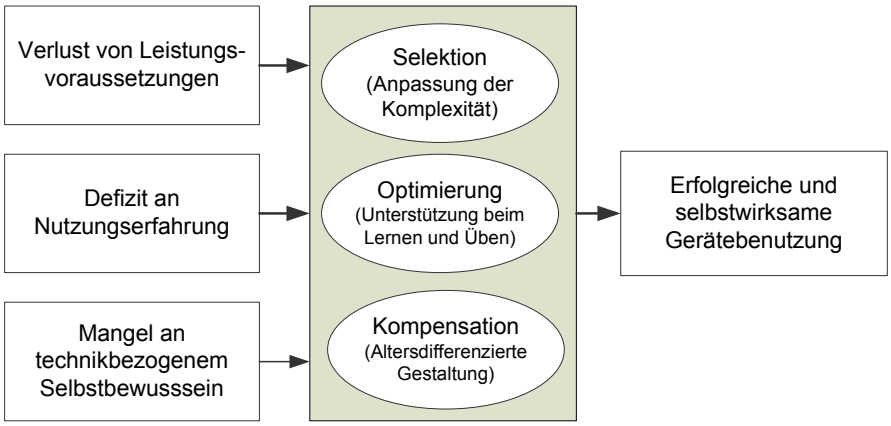

Abbildung 2.4: Übertragung des SOC-Modells auf die Benutzung elektronischer Geräte

Die Ableitungen aus dem SOC-Modell werden gestützt durch Erkenntnisse von Leutner (2002), dass Anfänger und weniger gebildete Lerner von stärker strukturierten Lernsystemen profitieren. Singer et al. (2003) fasst zusammen, dass Anleitung und Training die Gedächtnis- und Lernleistung bei älteren Menschen verbessert. Diese Schlussfolgerung wird auch durch eine Untersuchung von Weidenbeck (1995, zitiert nach Kühn, 2004) belegt, die exploratives Lernen durch Übungen, geführtes Explorieren und eine Kombination aus beidem verglichen und zeigen konnten, dass ein rein exploratives Lernen wenig effektiv und effizient ist und eine Kombination aus Anleitung mit Übung zur schnellen und nahezu fehlerfreien Leistung in den Testaufgaben nach dem Training führt.

Aus diesen Besonderheiten älterer Menschen und den Erkenntnissen zum Trainingsdesign ergeben sich für die Gestaltung von Bedientrainings für ältere Menschen ohne oder mit wenig Erfahrung im Umgang mit elektronischen Geräten eine Reihe von Gestaltungsprinzipien, die im Folgenden vorgestellt werden.

2.3.1 Interaktivitäts- und Multimediadesign

Das von R. E. Mayer (2001) aufgestellte SOI-Modell (selection, organization, integration) für die Gestaltung multimedialen Lernens (Abschnitt 2.1.2) gilt wegen der kognitiven Veränderungen insbesondere für ältere Menschen: begrenzte Kapazität des Arbeitsgedächtnisses, Voraussetzung aktiver Verarbeitung und getrennte Verarbeitung auditiver und vi-

sueller Informationen. Es folgen daraus die Empfehlungen, Lerninhalte auf verschiedene Sinneskanäle zu verteilen, zusammengehörige Informationen zu integrieren und Informationen ohne inhaltlichen Gehalt zu vermeiden (vgl. Fisk et al., 2004).

Strukturierung der Lerninhalte durch ein explizites Training Um wenig erfahrene Lerner zu entlasten, ist ein explizites Training mit starker Vorstrukturierung der Lerninhalte empfehlenswert. Selbständiges Ausprobieren ohne explizite Anleitung ist zudem nicht die bevorzugte Strategie älterer Lerner. Für die Vermittlung von Handlungswissen und Fertigkeiten sind nach Fisk et al. (2004) Schritt-für-Schritt-Anweisungen besonders geeignet.

Interaktivität zur Förderung der aktiven Auseinandersetzung Ein wesentliches Ziel des Interaktivitätsdesigns sollte die Förderung der aktiven Auseinandersetzung des Lernenden mit den Lerninhalten sein (Fisk et al., 2004; Morris, 1994; Martin & Kliegel, 2005; Carroll, 1998). Im Sinne der Optimierung und des „Minimalist Design“ (Carroll, 1998) ist es wichtig, Möglichkeiten zum selbständigen Üben ohne Zeitbegrenzung anzubieten (u. a. Martin & Kliegel, 2005; Fisk et al., 2004).

Zeitnahe Rückmeldungen durch natürliches Feedback Rückmeldungen sollten möglichst zeitnah erfolgen (Fisk et al., 2004; Martin & Kliegel, 2005). Natürliches Feedback ist dafür besonders geeignet. Wenn informierende Hinweise gegeben werden, sollten sie klar, kurz und transparent gestaltet sein (Fisk et al., 2004).

Beschränkung auf wesentliche Lerninhalte Zur Begünstigung der Kompensation sollten keine irrelevanten Informationen dargeboten werden. Lernaufgaben sollte mit den alltäglichen Bedienaufgaben konsistent sein und es sollte vertrautes Material verwendet werden (Fisk et al., 2004; Martin & Kliegel, 2005).

Keine Hinweise zur Medienauswahl Die physischen Einschränkungen müssen bei der Gestaltung von Audio- und Textmaterial berücksichtigt werden (Fisk et al., 2004). Zajicek und Jonsson (2004) empfehlen zur Unterstützung älterer Lerner den Einsatz von Sprachausgabe, da sie zeigen konnten, dass die Leistung bei der Web-Nutzung durch sprachliche Hinweise verbessert wurde. Zur optimalen Kodierung der Lerninhalte gibt es jedoch für keines der üblichen Formate, wie Text, Bild, Audio oder Video konsistente Befunde. Die wenigen Studien zu Materialvergleichen kommen zu unterschiedlichen Ergebnissen. Baldi (1997) berichtet in seinem Review zu Computertrainings für ältere Menschen von Studien zugunsten computerbasierten Trainings gegenüber schriftlichen Anleitungen, von solchen ohne bedeutsame Unterschiede oder umgekehrte Befunde. Ähnliches gilt für den Vergleich zwischen videobasiertem Training und papierbasiertem Anleitungen. In diesem Zusammenhang fasst Koumi (1994) Gründe zusammen, warum Studien zum Vergleich von Medien zu unterschiedlichen Befunden gelangen. Gründe sind beispielsweise, dass die gestalterische Qualität der verglichenen Medien variierte oder in kontrollierten Experimenten der gleiche Lerninhalt mit unterschiedlichen Medien dargeboten wurde, ohne das Potential des jeweiligen Mediums zu berücksichtigen.

2.3.2 Strukturierung der Lerninhalte und Motivierungsdesign

Auswahl und Sequenzierung nach Relevanz und Schwierigkeit Bei der Auswahl und Strukturierung der Lerninhalte sollte dem Bedürfnis älterer Menschen nach Ressourcenfokussierung Rechnung getragen werden, indem die für den Lerner relevanten Lerninhalte angeboten werden (vgl. auch Carroll, 1998). Ergänzend sollten die Lerneinheiten in eine für den Lernenden logischen Reihenfolge angeordnet sein und sich an der Bedeutsamkeit für den Lerner orientieren (Fisk et al., 2004; Baldi, 1997; Carroll, 1998). Dafür sind Kenntnisse zur Relevanz und Schwierigkeit von Lerninhalten nötig, so dass Befragungen und Analysen des Lerners durchzuführen sind.

Segmentierung anhand des Vorwissens und der Erfahrung Lerneinheiten sind derart zu gliedern, dass weder Langeweile noch Überforderung auftreten. Insbesondere zu Beginn des Trainings muss bei älteren, unerfahrenen Lerner eine Überforderung vermieden und mit einfachen Aufgaben begonnen werden (vgl. Baldi, 1997). Für eine angemessene Segmentierung sind Analysen der Schwierigkeit der Lernaufgaben und des Vorwissens sowie der Erfahrung der Lerner durchzuführen.

Ganzheitlichkeit der Lernaufgaben Das Prinzip der Ganzheitlichkeit von Lernaufgaben (u. a. Carroll, 1998) ist beim Training älterer Menschen von besonderer Bedeutung (Fisk et al., 2004), da dadurch die Verknüpfung der Teilschritte zur Gesamtaufgabe die Sinnhaftigkeit des Gelernten vermittelt wird und kognitive Ressourcen geschont werden. Insgesamt müssen für die Auswahl, Segmentierung und Sequenzierung die Nutzer befragt und die Lernaufgaben hinsichtlich ihrer Komplexität analysiert werden.

Herstellung des Interessenbezugs Insbesondere für Lernen im Erwachsenenalter sind Aspekte wie Eigenaktivität, Interessenbezug, Eigenverantwortlichkeit, Integration von Erfahrungen und Bezug zu konkreten Situationen zu berücksichtigen (Reinmann-Rothmeier & Mandl, 1997). Da Ältere Lerner beim Erlernen elektronischer Geräte größere Kosten hinsichtlich des zu erbringenden Aufwands wahrnehmen, muss die Relevanz der Lerninhalte vermittelt werden (Czaja et al., 2006). Eine Trainingsstudie von Webster und Martocchio (1993) ist in diesem Zusammenhang interessant: für zwei verschiedene Altergruppen älterer Erwachsener verglichen sie, ob ältere Menschen besser Lernen, wenn die Lernaufgabe als Spiel oder als Arbeit instruiert wird. Sie fanden eine bedeutsame Interaktion zwischen Alter und Instruktion: Die älteren Lerner lernten besser und empfanden weniger Anstrengung, wenn das Training als Arbeit instruiert war. Unter der Spielbedingung waren sie weniger motiviert und bewerteten das Training schlechter.

2.3.3 Grafische Oberfläche und Adaptionsdesign

Intuitivität der grafischen Oberfläche des Lernsystems Durch die unbewusste Anwendung von Vorwissen wird bei intuitiver Benutzungsschnittstelle insbesondere zu Beginn der mentale Aufwand für den Benutzers reduziert (Hurtienne, Mohs, Meyer, Kindsmüller & Israel, 2006; Naumann et al., 2007). Daher muss die grafische Oberfläche des Lernsystems für ältere Benutzer ohne viel Vorwissen und Erfahrung intuitiv gestaltet sein (u. a. Fisk et al., 2004). Insbesondere die Berücksichtigung des Vorwissens älterer Menschen

bei der Verwendung von Bezeichnungen für Bedienelemente ist von besonderer Relevanz. Beispielsweise sollte bei der Wahl der Symbole darauf geachtet werden, dass sie aus der Erfahrungswelt älterer Nutzer entstammen. Außerdem sollte das Lernmaterial im Sinne der Kompensation physische Veränderungen ausgleichen.

Vermeidung adaptiver Antwortzeitbegrenzung Eine Anpassung der Präsentationszeit an den Lernerfolg - wie es Anderson (1983) vorschlägt - ist für das Training älteren Lerner nicht zu empfehlen, da bei Zeitdruck das Anstrengungserleben erhöht und den Lernerfolg vermindert wird (Martin & Kliegel, 2005; Baldi, 1997; Morris, 1994). Auch das Prinzip adaptiver Antwortzeitbegrenzung (Leutner, 2002) wird als kontraproduktiv für den Einsatz bei älteren Lernern eingeschätzt. Insbesonder ältere Lerner mit wenig Erfahrung werden frustriert, wenn sie bei Fehlern nicht die Möglichkeit zum Üben bekommen.

Anpassung der Komplexität an den individuellen Erfahrungsstand Die Erfahrung und das Vorwissen des Menschen in der Nutzung elektronischer Geräte ist einer der wichtigsten Prädiktoren für Unterschiede hinsichtlich des Lernerfolgs (u. a. Baldi, 1997; Kelley & Charness, 1995). Daher ist die Anpassung der Komplexität von Lernaufgaben an den Erfahrungsstand ein vielversprechendes Prinzip (Leutner, 2002; Bannert, 2000; Carroll & Carrithers, 1984), was auch durch den SOC-Mechanismus der Selektion nahe gelegt wird. Sowohl Martin und Kliegel (2005) als auch Baldi (1997) betonen, dass die Auswahl der Lerninhalte an den Menschen angepasst sein sollte. Jedoch sind keine Studien bekannt, die den Effekt eines sich anpassenden Trainingssystems auf ältere Menschen untersucht haben.

Unterstützung beim Lernprozess Ältere Menschen benötigen durch weniger Erfahrung und Domänewissen ihre gesamten kognitiven Ressourcen für die Bearbeitung der Lernaufgabe. Daher könnten sie sich durch ein hohes Maß an Selbststeuerung überfordert fühlen (Fisk et al., 2004). Programmkontrolle kann eingesetzt werden, um den Lernenden bei den Steuerungs- und metakognitiven Aufgaben zu entlasten. Beispielsweise können Lernende mittels adaptiver Systemhinweise Rückmeldungen zu ihrem Lernerfolg und Übungsbedarf erhalten (Fisk et al., 2004). Jedoch sind keine Studien bekannt, die den Effekt von Programmkontrolle auf ältere Menschen untersucht haben.

Keine Befunde zum Adaptionsdesign Es wird deutlich, dass die Anpassung des Lernsystems an den individuellen Erfahrungsstand ein erfolgversprechendes Prinzip für das Training älterer Lerner ist. Es sind dem Autor keine Studien zu Effekten eines sich anpassenden Trainings auf ältere Lerner bekannt. Daher wird ein Teil dieser Arbeit darin bestehen, Prinzipien der Anpassung des Lernsystems an den aktuellen Erfahrungsstand des Lerners empirisch zu beleuchten.

Kapitel 3

Trainingsentwicklung

Es wurde ein Training für ein Mobiltelefon entwickelt, da es ein prototypischer Vertreter eines elektronischen Gerätes ist, welches zunehmend auch von älteren Menschen nachgefragt wird (Hart, 2006; Bensch, 2005; Blechner, 2005). Das Bedürfnis nach Kommunikation wächst und dadurch gewinnt auch die Fähigkeit an Bedeutung, Mobiltelefone zu benutzen: „The ability to communicate is essential if older adults are to solicit assistance with daily living activities; fulfill lifelong learning goals; gain access to health and legal information from print, broadcast, or electronic media; or enjoy intergenerational contacts with family members." (Kemper & Lacal, 2003, S.131). Untersuchungen zur Benutzbarkeit und Komplexität von Mobiltelefonen zeigen, dass die Benutzung insbesondere für Menschen mit wenig Erfahrung schwierig ist (Dahm, Felken, Klein-Bösing, Rompel & Stroick, 2004) und die Benutzungsschnittstelle als „kompliziert" erlebt wird (Goebel, 2007; Ziefle & Bay, 2005). Dies zeigt, das Mobiltelefone nicht zu einfach sind. Sie sind jedoch auch nicht so komplex wie beispielweise PDA oder Computer. Damit sind sie sehr gut geeignet, den Effekt eines integrierten Trainings zu untersuchen. Auch bieten Mobiltelefone im Vergleich zu Mp3-Playern und PDA den Vorteil, dass ihre Grundfunktionen auch älteren Menschen durch Festnetztelefone vertraut sind.

Bei der Gestaltung des Trainings wurde sich an Vorgehensmodellen für die Erstellung von Lehr- und Lernsystemen orientiert, wie das ADDIE-Modell mit den Phase Analyse, Konzept, Entwicklung, Implementierung und Evaluation (Gagné zitiert nach Niegemann, 2004), das erweiterte PADDIQ-Modell (Operationales Vorgehensmodell zur Konzeption von E-Learning, Niegemann et al., 2004) und der ISD-Ansatz (Systematisches Instruktionsdesign, Issing, 2002). All diesen Modellen ist gemein, dass sie eine umfangreiche Analyse der relevanten Gestaltungsfelder, der Input- und der Outputvariablen und eine abschließende Evaluation nahe legen. Sie unterscheiden sich jedoch im Grad an Iterativität der einzelnen Phasen: Das ADDIE-Modell schlägt eher ein lineares und das PADDIQ-Modell eher ein iteratives Vorgehen vor.

Basierend auf den theoretisch abgeleiteten Gestaltungsregeln (siehe Abschnitt 2.3), einer Interviewstudie und einer kognitiven Aufgabenanalyse wurde eine Gerätesimulation und ein integriertes Training entwickelt. Bei der Festlegung der Komplexität und Menüstruktur wurde sich an gängigen Mobiltelefonen orientiert, insbesondere Motorola, Sony Ericcson, Nokia und Siemens. Nach Polson et al. (1986) ist eine konsistente Gestaltung hinsichtlich lexikalischer und struktureller Elemente der Benutzungsschnittstelle Voraussetzung für die Übertragung des erworbenen Wissens von einer Bedienaufgabe auf eine andere. Im Vergleich zu gängigen Mobiltelefonen wurde die interne Konsistenz verbessert, indem die Bezeichnungen von Bedienelementen und Funktionen sowie die Menüstruktur bei unterschiedlich Funktionen vereinheitlicht wurde.

Das Kapitel beginnt mit der Beschreibung der Interviewstudie, die mit älteren Benutzern von Mobiltelefonen (Abschnitt 3.1) durchgeführt wurde. Anschließend wird die Entwicklung der Gerätesimulation und die kognitive Aufgabenanalyse des simulierten Mobiltelefons vorgestellt (Abschnitt 3.2). Basierend darauf und auf den Ergebnissen der Interviewstudie erfolgte danach die Entwicklung des integrierten Trainings, was im abschließenden Abschnitt 3.3 dargestellt wird.

3.1 Interviewstudie mit älteren Benutzern von Mobiltelefonen

Es wurde eine explorative Interviewstudie durchgeführt, um folgende Fragen zu beantworten:

- Welche Komponenten und Funktionen nutzen ältere Nutzer, welche sind bekannt und welche fehlen?
- Wie kommen ältere Benutzer mit ihrem Mobiltelefon zurecht? Welche Schwierigkeiten treten auf?
- Wie haben ältere Benutzer die Bedienung ihres Mobiltelefons erlernt? Wie sieht eine optimale Anleitung aus?

3.1.1 Durchführung

Die Studie setzte sich aus einem halbstrukturierten Interview und einer anschließenden Beobachtung des Teilnehmers bei der Bedienung seines Mobiltelefons zusammen. Das Interview bestand aus mehreren Fragenkomplexen:

- Kauf des Mobiltelefons und Vorgehen bei der ersten Nutzung,
- Erlernen der Nutzung und Umgang mit der Bedienanleitung,
- Nutzung von Funktionen und gewünschte Komponenten und
- Benutzung des Festnetztelefons und eines Anrufbeantworters.

Um das Erinnern zu erleichtern, wurden die Fragenkomplexe anhand des typischen Verlaufs ausgehend vom Kauf über Aneignung der Bedienung bis zur Nutzung durchgeführt. Diese „biografische Reihenfolge“ hat zusätzlich den Vorteil, dem Teilnehmer eine gute Orientierung während des Interviews zu ermöglichen.

Um ergänzend zur Befragung auch einen ersten Eindruck von der Leistung und dem Vorgehen bei der Benutzung zu bekommen, wurden die Interviewteilnehmer bei der Interaktion mit ihrem eigenen Mobiltelefon beobachtet. Das geschah anhand von vier Bedienaufgaben, die die Teilnehmer der Reihe nach durchführten. Die Ergebnisse können als Indikator für die Schwierigkeit der Aufgaben herangezogen werden. Folgende Bedienaufgaben waren zu bearbeiten:

- Eintrag im Telefonbuch erzeugen,

- Entgangenen Anrufer zurückrufen,
- Weckzeit beim Wecker einstellen und
- Anzeige der Telefonnummer unterdrücken.

Zur Bewertung des beobachteten Verhaltens wurde ein Leistungsmaß definiert, mit dem auf einer Skala von 1 (geringe Leistung) bis 5 (hohe Leistung) die Abweichung des beobachteten vom kürzesten Bedienweg (1), die Anzahl fehlerhafter Bedienschritte (2) und die Anzahl benötigter Hilfestellungen (3) bewertet wurde. Bei jeder Bedienaufgabe protokollierte der Interviewer für die drei Kriterien, ob kein, ein bis zwei oder mehr als zwei „Fehler“ auftraten.

Es nahmen 20 Benutzer von Mobiltelefonen im Alter von 58 bis 80 Jahren teil. Elf waren erfahren im Umgang mit Computeranwendungen, wie z.B. Word und Internetbrowser. Alle Teilnehmer besaßen seit mindestens einem halben Jahr ein Mobiltelefon (Tabelle 3.1). Das Interview und Kommentare während der Bedienaufgaben wurden mit einem Audiogerät aufgezeichnet. Die Teilnehmer waren entweder Angehörige von Kollegen oder wurden über Aushänge und Vorträge in Seniorenzentren gewonnen. Es wurde eine Aufwandsentschädigung von 20 Euro bezahlt. Die Interviews wurden bei den Teilnehmern zu Hause oder an der TU Berlin durchgeführt.

Tabelle 3.1: Beschreibung der Stichprobe der Interviewstudie (n=20)

Alter:	58 - 80 Jahre (Median 68)
Geschlecht:	männlich = 9, weiblich = 11
Computernutzung:	ja = 11, nein = 9
Benutzung des Handys:	seit 0,5 - 10 Jahre (Median 5)
Anzahl benutzter Handys:	1 - 7 (Median 2)

3.1.2 Ergebnisse

Funktionsnutzung Die Teilnehmer wurden gefragt, welche Komponenten ihr Mobiltelefon besitzt, welche sie ausprobiert haben bzw. regelmäßig nutzen. Außerdem wurden sie danach befragt, welche Funktionen ein optimales Mobiltelefon besitzen sollte. Tabelle 3.2 gibt einen Überblick über bekannte, ausprobierte, genutzte und gewünschte Komponenten.

Die Mehrzahl der Interviewten berichtete, dass ihr Mobiltelefon die Komponenten Telefonbuch, Anruflisten, Textnachrichten, Mailbox, Wecker, Taschenrechner und Spiele besitzt. Sie nutzen davon Telefonbuch, Anruflisten, Textnachrichten und die Mailbox am häufigsten. Aus dem Verhältnis von angebotenen und genutzten Komponenten kann die Nutzungsrate für die Komponenten berechnet werden. Die meisten Teilnehmer benutzen die Komponenten ihres Mobiltelefons, die mit Kommunikation zusammenhängen: 75 Prozent der Teilnehmer benutzen das Telefonbuch regelmäßig, 55 Prozent die Ruflisten und Textnachrichten. Nur einige benutzen zusätzliche Komponenten wie Wecker, Kalender,

Diktiergerät und Taschenrechner. Niemand benutzt die Spiele oder das Internet. Weiterhin berichten die Befragten, dass sie das Telefonbuch (60 Prozent), die Tastensperre (40 Prozent), die Ruflisten (35 Prozent) sowie Textnachrichten (25 Prozent) täglich verwenden.

Tabelle 3.2: Nutzungshäufigkeit für die Komponenten (n = 20)

Komponente:	vorhanden	probiert	regelmäßig benutzt	gewünscht
Telefonbuch	20	18	15	18
Anruflisten	20	12	11	14
Textnachrichten	20	17	11	16
Mailbox	18	13	9	11
Wecker	17	8	5	9
Kalender	13	5	3	4
Fotoapparat	4	3	2	4
Diktiergerät	4	4	1	7
Taschenrechner	16	6	1	1
Spiele	16	1	0	0
Internet	7	3	0	4

Zusätzlich wurden die Teilnehmer gefragt, welche Komponenten sie in einem idealen Mobiltelefon wünschen. Aufschlussreich ist in diesem Zusammenhang der Vergleich der Häufigkeit genutzter und gewünschter Komponenten; so wünschen sich 80 Prozent der Teilnehmer die Komponente Textnachrichten, jedoch nur 55 Prozent nutzen sie. Wie in Tabelle 3.2 ersichtlich, wünschen die Mehrzahl der Teilnehmer folgende Komponenten bzw. Funktionen:

1. Telefonbuch (anrufen, Einträge erstellen und löschen)
2. Textnachrichten (lesen, senden, löschen)
3. Anruflisten (entgangene Anrufe nachschauen, Einträge löschen)
4. Mailbox (anrufen)

Ergänzend wurden die Teilnehmer zur Benutzung des Festnetztelefons befragt. Viele Festnetztelefone bieten eine Vielzahl von Funktionen an, die auch in Mobiltelefonen Verwendung finden. Es ist anzunehmen, dass die Nutzung dieser Funktionen am Festnetztelefon sich positiv auf die Funktionsnutzung am Mobiltelefon auswirkt. So speichern 75 Prozent der Befragten Rufnummern in ihrem Festnetztelefon, ebenfalls 75 Prozent hören entgangene Anrufe mittels Anrufbeantworter oder Mailbox ab und 35 Prozent können die Rufnummer aller entgangenen Anrufe einsehen. Die Interviewdaten deuten zudem einen Zusammenhang zwischen Nutzung des Festnetz- und Mobiltelefons an. Zwölf der 15 Anwender des Telefonbuchs vom Festnetztelefon nutzen auch das Telefonbuch ihres Mobiltelefons. Daraus kann geschlussfolgert werden, dass die Nutzung moderner Festnetztelefone einen bedeutsamen Einfluss auf die Vorerfahrung der Benutzer hat.

Leistung bei der Bedienung 17 der 20 Teilnehmer bearbeiteten die Bedienaufgaben am eigenen Mobiltelefon. Die restlichen drei lehnten die Teilnahme ab, wobei ein Teilnehmer gesundheitliche Gründe angab und zwei sich den Aufgaben nicht gewachsen fühlten. Die folgende Tabelle 3.3 stellt den Leistungsscore auf einer Skala von 5 (sehr hoch) bis 1 (sehr niedrig) dar.

Tabelle 3.3: Leistung (5 = sehr hoch) bei vier Aufgaben (n=17)

Aufgabe	Median
Eintrag im Telefonbuch erstellen:	5
Entgangenen Anrufer zurückrufen :	5
Weckzeit einstellen:	3,5
Eigene Telefonnummer unterdrücken	3

Die Leistung bei der Bedienung der Aufgabe „Rufliste“ sowie „Telefonbuch“ war sehr gut. Die Mehrzahl der Versuchsteilnehmer kannten die Funktionen und fanden das jeweilige Menü nahezu ohne Hilfestellungen. Dagegen stellten sich die Aufgaben „Rufnummerunterdrückung aktivieren“ und „Wecker einstellen“ als schwieriger heraus. Die Leistung war mittelmäßig.

Funktionserwerb Die Frage ist, in welcher Reihenfolge werden die Funktionen erlernt? Es wurden die Interviewdaten herangezogen, in denen Teilnehmer detaillierte Aussagen zum Erlernen der Funktionen ihres ersten Mobiltelefons machten (n=13). Nachdem die Teilnehmer ihr Mobiltelefon eingeschaltet hatten, ...

1. ... tätigten sie einen Anruf und ließen sich anrufen (n=13).
2. ... speicherten sie Einträge ins Telefonbuch (n=11).
3. ... versendeten und lasen sie Textnachrichten (n=6).

In einem zweiten Schritt wurden nur die Interviewdaten der Erstnutzer analysiert. Die Tabelle 3.4 stellte die Funktionen dar, welche jene Teilnehmer ausprobiert haben, die zum Zeitpunkt der Befragung ihr erstes Mobiltelefon besaßen (n=7). Erstnutzer rufen sich häufig selbst an bzw. lassen sich anrufen und probieren die Basisfunktionalität des Telefonbuchs, seltener die der Textnachrichten und noch seltener die der Einstellungen aus.

Tabelle 3.4: Ausprobierte und genutzte Funktionen der befragten Erstnutzer (n=7)

Komponente (mit genannten Funktionen)	**Nennungen**
Vorbereitung bei Erstkontakt (Akku aufladen, Chip einsetzen)	3
Beginn der Bedienung (einschalten, PIN eingeben)	3
Anrufen ausprobieren (Anrufen und anrufen lassen)	5
Telefonbuch (Einträge speichern und anrufen)	3
Textnachrichten (Text eingeben, Telefonnummer aus Telefonbuch auswählen, Textnachricht senden)	2
Anruflisten (entgangene Anrufe nachsehen)	2
Wecker (Weckzeit für den nächsten Tag einstellen)	1
Einstellungen (Lautstärke variieren)	1

Auf die Frage, wie sie die Bedienung ihres Mobiltelefons erlernt haben, antworteten 16 der 20 Teilnehmer, dass sie vor der Benutzung die Bedienanleitung gelesen haben. Die anderen vier bekamen ihr Mobiltelefon als Geschenk ohne Bedienanleitung oder wurden von einem Bekannten angeleitet. Die Teilnehmer lesen die Bedienanleitung, um...

- ... sich mit dem unbekannten Gerät vertraut zu machen (n=14).
- ... sich bei Problemen zu informieren (n=14).
- ... sich bei seltenen Funktionen an die Bedienung zu erinnern (n=7).
- ... neue Funktionen auszuprobieren (n=7).

Beim Durcharbeiten der Bedienanleitung probieren die meisten Teilnehmer die Funktionen parallel zum Lesen am Gerät aus. Alternativ oder zusätzlich zum Lesen der Bedienanleitung gaben die Befragten an, es erst einmal auszuprobieren (n=5), Freunde zu fragen (n=4) und den Verkäufer um Hilfe zu bitten (n=2). Nur vier der 20 Teilnehmer sind zufrieden mit der Bedienanleitung, dagegen gaben 16 Teilnehmer an, Verständnisprobleme zu haben. Sie kritisierten, dass in Bedienanleitungen oft unbekannte Wörter, wie Menü oder WAP (n=9), unvollständige Beschreibungen der Handlungsschritte (n=9), viele technische Details (n=5), ein unstrukturierter Aufbau der Anleitung (n=4) und zu lange, komplizierte Sätze (n=3) verwendet werden.

Zwölf der Teilnehmer machten Vorschläge zur Verbesserung der Bedienanleitungen:

- Vollständige Beschreibung der nötigen Handlungsschritte (n=12),
- Kurze Einleitung der Basisfunktionen für Anfänger (n=6),
- Für jeden Handlungsschritt die Veränderung im Display darstellen (n=4),
- Bilder und Diagramme verwenden (n=4),
- Für jede Erklärung denselben Startpunkt benutzen (n=3) und
- Angezeigte Symbole erläutern (n=2).

3.1.3 Diskussion

Die Ergebnisse stellen die Grundlage für die Erstellung des Funktionsaufbaus der Gerätesimulation dar und geben erste Hinweise, welche Komponenten bzw. Funktionen in einem Training vermitteln werden müssen. So kann auf die Komponenten Spiele, Internet und Taschenrechner verzichtet werden, da diese Funktionen fast nie genutzt und nachgefragt werden. Die Komponenten Telefonbuch, Anruflisten, Textmeldungen sind die am häufigsten benutzen Komponenten und müssen im Training berücksichtigt werden. Die befragten Nutzer wünschen sich, die Basisfunktionen der jeweiligen Komponenten nutzen zu können, wie z. B. einen Eintrag im Telefonbuch einsehen, erstellen, anrufen und löschen. Ausgehend von diesen Befunden sind die Komponenten Telefonbuch, Anruflisten und Textmeldungen mit den gewünschten Basisfunktionen in der Gerätesimulation zu integrieren und im Training zu vermitteln.

Die Analyse der Erstnutzung und der Erstnutzer verdeutlicht, dass zu Beginn Basisfunktionen ausprobiert werden, wie das Anrufen über die Zahlentasten, einen Anruf entgegen nehmen sowie einfache Funktionen des Telefonbuchs, wie einen Eintrag erstellen und anrufen. Dies wird auch gestützt durch die Beobachtungen der Teilnehmer bei der Bearbeitung der Bedienaufgaben. So zeigen die Teilnehmer eine sehr gute Leistung bei der Nutzung des Telefonbuchs und der Anruflisten, jedoch eine deutlich schlechtere Leistung bei den Aufgaben, die Einstellungen ihres Mobiltelefons betreffen.

Im Gegensatz zu jüngeren Erwachsenen (vgl. Rettig, 1991) liest die Mehrzahl älterer Nutzer die Bedienanleitung. Zusammengefasst wünschen sich die Teilnehmer für jede Basisfunktion eine vollständige Anleitung der nötigen Handlungsschritte. Dagegen sollten spezielle Funktionen und technische Details weggelassen werden oder separat am Ende der Bedienanleitung erklärt werden. Während des Lesens der Anleitung werden die Funktionen ausprobiert. Dabei bevorzugen sie eine handlungsorientierte Bedienanleitung. Dieser Befund wird durch Morrell et al. (2000) gestützt, wonach eine einfache handlungsorientierte einer ausführlichen Instruktion überlegen ist. Die Teilnehmer wünschen sich Abbildungen, die ihnen den Zusammenhang zwischen einem Handlungsschritt und der Veränderung im Display visualisieren. Die Interviews machen deutlich, dass existierende Bedienanleitungen nicht die Wünsche und Bedürfnisse älterer Benutzer erfüllen.

3.2 Gerätesimulation und kognitives Aufgabenmodell

Um den Lernenden Gelegenheit zu geben die vermittelten Inhalte zu üben, muss ihnen im Training die Benutzungsschnittstelle eines Mobiltelefons zur Verfügung stehen. Hierfür wurde eine Gerätesimulation entwickelt, in welche das Training integriert wurde. Durch die Simulation eines Mobiltelefons auf dem Computer ist es möglich, unabhängig von Beschränkungen der Hardware Bedienelemente zu verändern. Außerdem kann die Benutzungsschnittstelle systematisch manipuliert und das Interaktionsverhalten der Lernenden in Log-files aufgezeichnet werden. Die Gerätesimulation des Mobiltelefons wurde auf einem PC mit der smalltalk-basierten Entwicklungsumgebung Squeak (http://www.squeak.org) erstellt. Die Benutzer bedienen die Gerätesimulation über ein berührungssensitiven Bildschirm (Touchscreen). Untersuchungen zu verschiedenen Eingabemedien zeigten, dass bei

älteren Menschen ein Touchscreen besser geeignet ist als eine Computermaus, da beim Touchscreen keine zusätzlichen Transformationen zwischen motorischer Bewegung und Cursor-Bewegung erforderlich sind (Sutter & Müsseler, 2007). Zudem sind unerfahrene bzw. wenig erfahrene Menschen mit berührungssensitiven Monitoren durch Fahrkarten- und Geldautomaten im öffentlichen Raum vertrauter als mit Computermäusen.

Aufbauend auf den Erkenntnissen aus der Interviewstudie wurde der Funktionsaufbau abgeleitet, der wiederum Grundlage für die Erstellung der Gerätesimulation war. Unter Simulation wird die Nachbildung wesentlicher Funktionseigenschaften eines Systems im Labor zur Untersuchung verstanden (Wetzenstein 1995). Bei einer Simulation kann neben statischen Aspekten die Dynamik des Handlungsablaufs nachgebildet werden. Unter dem „statischen Aspekt“ werden die Gestaltung von Form, Größe, Farbe und Beschriftung von Anzeige- und Bedienelementen gefasst. Das Kernstück der Simulation bildet jedoch der „dynamische“ Aspekt, durch den eine Realisierung von Aufgaben und die Interaktion zwischen Benutzer und Gerät möglich wird.

3.2.1 Statischer Aspekt

Basierend auf einer Analyse gängiger Mobiltelefone wurde das Tastenfeld und die Anzeige der Gerätesimulation gestaltet. Die Gestaltung der Tasten orientierte sich an Erkenntnissen zur Auslegung von Eingabegeräten (DIN EN ISO 9241–9, 2000; Jin, Plocher & Kiff, 2007). Die Tasten wurden symmetrisch, möglichst groß und dreidimensional gestaltet, um den Eindruck von Erhabenheit entstehen zu lassen. Die Beschriftung orientierte sich an der Sprache des Benutzers. Bei erfolgreichem Drücken der Taste wurde diese farblich hervorgehoben, um die fehlende taktile Rückmeldung zu ersetzen. Die Anzeige (Display) wurde entsprechend der DIN EN ISO 9241–12 (1998) gestaltet (Abbildung 3.1). Das Display ist weiß, die Schrift schwarz und die Markierungen gelb, so dass ein möglichst großer Kontrast zwischen relevanten Informationen und Hintergrund besteht.

Abbildung 3.1: Darstellung von Tastenfeld, Hauptmenü mit Symbolen und Startanzeige

Die Funktionen des simulierten Mobiltelefons wurden in einem hierarchischen Menü sortiert. Die Komponenten bilden die oberste Menüebene, wobei diese textuell und durch

Symbole (Icons) dargestellt sind. Die Symbole wurden mit einem Grafikprogramm entwickelt, wobei sich an der Symbolik bei Mobiltelefonen von Motorola, Siemens und Sony Erricson orientiert wurde. Die Icons der Komponenten sind zweidimensional, einfach und stellen nach Möglichkeit Gegenstände aus der Erfahrungswelt älterer Menschen dar, wie z.B. Festnetztelefon, Notizbuch und Werkzeug.

3.2.2 Dynamischer Aspekt

Die Dynamik der Gerätesimulation besteht im benutzerinitiierten Wechsel von Anzeigen. Jeder Anzeige liegt ein Bild zugrunde, welches bei Tastendruck durch den Benutzer über das vorherige Bild angezeigt wird. Für die Gerätesimulation wurden etwa 500 Bilder gestaltet. Durch kurze Systemantwortzeiten wirkt die Simulation realistisch. Nicht alle Menüpunkte sind bis in die unterste Ebene realisiert, so können z.B. nicht alle Einträge gelöscht werden. Sind bestimmte Aktionen nicht in der Gerätesimulation realisiert, so wird der Benutzer mittels einer Rückmeldung darauf hingewiesen.

Es wurden die Komponenten simuliert, die sich in der Interviewstudie als bedeutsam herausgestellt haben. Für diese Komponenten wurden die gängigen Funktionen umgesetzt, wie das Anzeigen, Bearbeiten und Löschen der jeweiligen Komponente. Abbildung 3.2 gibt einen Überblick über die Komponenten des simulierten Mobiltelefons mit den dazugehörigen Funktionen.

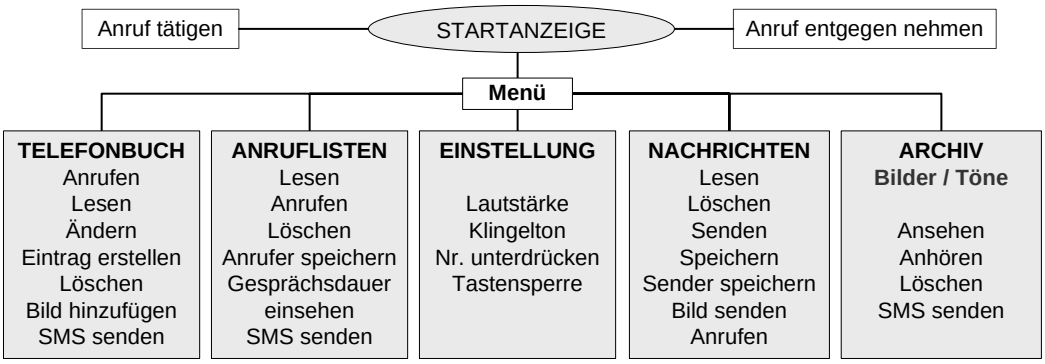

Abbildung 3.2: Überblick über die Komponenten des simulierten Mobiltelefons mit den dazugehörigen Funktionen

Ergänzend wurde die Komponente „Archiv“ hinzugenommen, um für die Untersuchung von Trainingseffekten eine komplexe Benutzungsschnittstelle zu simulieren. Neben der Möglichkeit, Anrufe entgegenzunehmen und Anrufe über die Zahlentasten zu tätigen, wurden folgende Komponenten umgesetzt:

- Telefonbuch (z.B. Einträge erstellen, ändern, anrufen),
- Anruflisten (z.B. Anrufe im Telefonbuch speichern, zurückrufen),
- Textnachrichten (z.B. lesen, senden, löschen),

- Einstellungen (z.B. Lautsärke, Klingelton, Tastensperre) und
- Archiv (Bilder ansehen, löschen, senden).

Für die Gestaltung der Simulationsaufgaben wurde ausgehend von der Benutzerführung bei herkömmlichen Mobiltelefonen ein kognitives Aufgabenmodell erstellt. Es diente folgenden Zwecken:

- Verbesserung der lexikalischen und strukturelle Konsistenz,
- Festlegung der Reihenfolge, in der die Funktionen trainiert werden und
- Gestaltung der Instruktionstexte.

Der folgende Abschnitt stellt das kognitive Aufgabenmodell dar.

3.2.3 Kognitives Aufgabenmodell

Im Bereich der Mensch-Technik-Interaktion wird mit einem Aufgabenmodell abgebildet, wie der Benutzer mit einem System seine Aufgaben durchführen kann (Bomsdorf, 1999). Aus Benutzersicht stellt die Bedienung einer Funktion eine Aufgabe dar, für die das nötige Bedienwissen erworben werden muss. Aufgabenmodelle werden entwickelt, um die Ziele des Benutzers, die Ausführungsreihenfolge von Teilaufgaben und die notwendigen Informationen und Aktionen abzubilden. Für die Entwicklung von Trainingsprogrammen bieten sich hierarchische Aufgabenmodelle an, die das Verhalten des Menschen bei der Aufgabendurchführung ausgehend von den Aufgaben in Ziele, Teilziele und Aktionen untergliedern (Patrick, Gregov & Halliday, 2000). Bei einem kognitiven Aufgabenmodell werden zudem neben dem sichtbaren Verhalten des Benutzers auch „innere“ Prozesse des Menschen in Interaktion mit dem System betrachtet. Zur Abschätzung von Bedien- und Lernaufwand bei elektronischen Geräten mit abschätzbarer Komplexität bieten sich GOMS-Modelle an (Kindsmüller, Leuchter, Schulze-Kissing & Urbas, 2004). GOMS (Card, Moran & Newell, 1983; John, 1995) ist eine Methode zur Bildung hierachischer kognitiver Aufgabenmodelle, die die Aufgaben und das Wissen des Nutzers anhand von Zielen (goals), Aktionen (operators), Methoden (methods) und Bedingungen (selection rules) beschreibt:

- Ziele des Benutzers, z.B. einen Eintrag im Telefonbuch löschen.
- Aktionen des Nutzers, z.B. eine Taste drücken.
- Gelernte Handlungssequenzen z.B. Zahlenfolge eintippen.
- Regeln des Nutzers bei der Auswahl von Methoden, z.B. wenn die Telefonnummer nicht im aus dem Gedächtnis abrufbar ist, dann wird der Anrufer aus dem Telefonbuch angerufen.

GOMS kann quantitativ und qualitativ genutzt werden (John, 1995). Quantitativ wird GOMS eingesetzt, um bei der Evaluation von Gestaltungslösungen Bearbeitungs- und Lernzeiten verschiedener Prototypen zu modellieren. Im Fall von Trainings- und Hilfeprogrammen bietet sich ein qualitatives GOMS-Modell an. Hierbei besteht das Aufgabenmodell in der Beschreibung des inneren und äußeren Verhaltens, welches der Mensch

benötigt, um eine Aufgabe erfolgreich auszuführen und zu erlernen. Dafür wurden für jede Aufgabe, die es zu vermitteln gilt, die Ziele, Teilziele und Methoden beschrieben. Dies dient als Grundlage für die Gestaltung von Trainingsprogrammen (John, 1995).

Im vorliegenden Projekt wurde parallel zur Implementierung der Gerätesimulation ein qualitatives kognitives Aufgabenmodell erstellt. Dafür wurde das rechnergestützte Werkzeug TREVIS verwendet (Marrenbach, Maaßen & Kraiss, 2000). Auf diese Weise wurde die gesamte Funktionalität der Gerätesimulation in einer Baumstruktur abgebildet (Abbildung 3.3). Mittels TREVIS wurde für jede Funktion des simulierten Mobiltelefons festgelegt, welches Ziel (G) der Benutzer anstrebt, es wurden Teilziele gebildet, für die dann die vom Nutzer durchzuführenden Operationen (O) formuliert wurden. Operationen sind dabei Tastendrücke, das Erkennen von Systemzuständen, das Lesen von Texten oder das Erinnern von Informationen (z.B. Telefonnummern, Namen etc.). Für häufig wiederkehrende Teilziele wurden Methoden (Pfeile in Abbildung 3.3) definiert. Für einige Teilziele wurden mehrere Ausführungsmöglichkeiten, d.h. mehrere Methoden festgelegt.

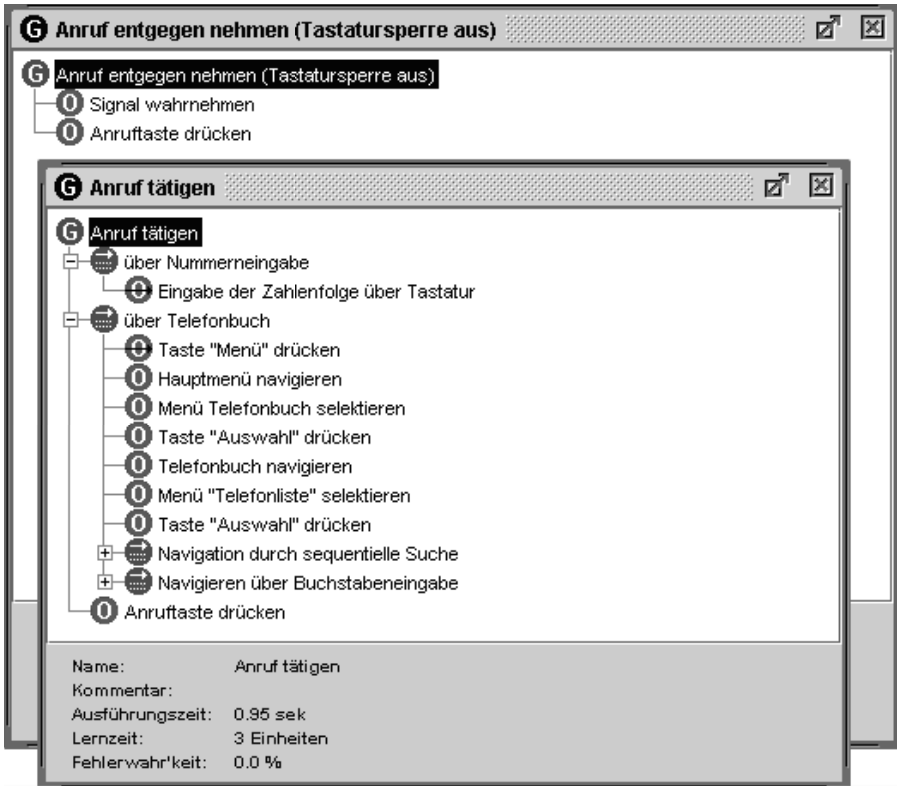

Abbildung 3.3: Ausschnitt aus dem kognitiven Aufgabenmodell

3.3 Aufbau des Trainings

Nachdem die Gerätesimulation implementiert war und das Aufgabenmodell vorlag, erfolgte die Entwicklung des Trainings, welches anschließend in das simulierte Mobiltelefon integriert wurde. Das Training zielt darauf ab, älteren Menschen ohne oder mit wenig Erfahrung die Benutzung des Mobiltelefons zu vermitteln. Im Vordergrund steht dabei

die Vermittlung von Handlungswissen, d.h. wie der Benutzer bestimmte Bedienaufgaben erfolgreich bewältigen kann. Auf Streitz (1990) geht die Unterscheidung zwischen Sach- und Interaktionsproblem zurück, wobei unter dem Sachproblem das eigentliche Ziel des Benutzers verstanden wird, z. B. eine bestimmte Person zu sprechen. Wird dafür beispielsweise ein Mobiltelefon benötigt, so entsteht ein neues, zusätzliches Problem: das Interaktionsproblem, daher die Bedienung des Mobiltelefons. Damit stellt das Interaktionsproblem eine zusätzliche Barriere für den Nutzer dar. Wie bereits eingangs erwähnt, soll der Benutzer durch das vorliegende Training lernen, die Interaktion mit Mobiltelefonen erfolgreich zu bewältigen und dadurch das Interaktionsproblem zu lösen.

3.3.1 Basiskonzept

Aus den Ergebnissen der Interviewstudie und der in Kapitel 2 hergeleiteten Schlussfolgerungen zur Gestaltung von Trainings für Menschen mit wenig Erfahrung wurde das Trainingskonzept abgeleitet. Es wurde sich für ein handlungsorientiertes Training entschieden, bei dem das Erlernen der Bedienung im Vordergrund steht. In allen Varianten trainiert der Lernende anhand kurzer handlungsorientierter Lektionen die Bedienung des elektronischen Gerätes. Ausgehend vom Startdisplay wird in jeder Lektion eine Funktion, anhand einer konkreten Bedienaufgabe, schrittweise erlernt. Jede Lektion besteht aus drei Teilen:

1. Durch einen einleitenden Text zu Beginn der Lektion wird der Nutzen der zu lernenden Funktion und das Lernziel für die entsprechende Lektion benannt (siehe Motivationsdesign).

2. Danach folgt der Hauptteil der Lektion, in dem den Lernenden anhand einer vollständigen Anleitung der Handlungsschritte die Operationen der zu lernenden Funktion vermittelt werden.

3. Im Anschluss an diese Anleitung hat der Lerner die Möglichkeit zum selbständigen Üben, wobei er anhand von Übungsaufgaben den zuvor gelernten Handlungsablauf an der Trainingssimulation wiederholen kann.

Im ersten Teil jeder Lektion wird neben dem Lernziel und dem Nutzen der jeweiligen Funktion auch Funktionswissen vermittelt, sofern es wichtig zum Verständnis der Lektion ist. So wird beispielsweise für die Funktion „Unterdrückung der eigenen Rufnummer“ kurz erklärt, dass die eigene Telefonnummer mit jedem Anruf gesendet wird und bei Bedarf unterdrückt werden kann, so dass der Empfänger nicht sieht, wer anruft.

Im zweiten Teil wurden die Anregungen der Interviewteilnehmer berücksichtigt: es wurde auf lange Erklärungen verzichtet und in jeder Lektion wurde der Trainierende zur Startanzeige zurückgeführt. In der Anleitung wird die Vernetzung der Funktionen nicht explizit erklärt. Stattdessen ist das Training so gestaltet, dass der Lerner implizit die Zusammenhänge zwischen den Funktionen erlernt, wie z.B. dass Handlungsschritte bei mehreren Bedienaufgaben ähnlich sind.

Für das Lernen ist es wichtig, neben der geführten Aufgabe auch ungeführte Aufgaben zum selbständigen Üben anzubieten. Der dritte Teil besteht daher darin, dem Lerner zu ermöglichen, anhand prototypischer Bedienaufgaben die Handlungsschritte zur Bearbeitung der jeweiligen Aufgabe selbständig zu wiederholen.

3.3.2 Reihenfolge der Lektionen

Bei der Festlegung der Reihenfolge, in der Lerner die Funktionen trainieren, wurde wie folgt vorgegangen:

1. Zuerst wurde festgelegt, in welcher Reihenfolge die Komponenten vermittelt werden sollen. Dafür wurden die Ergebnisse der Interviewstudie herangezogen.
2. Danach wurde für jede Komponente definiert, in welcher Reihenfolge die dazugehörigen Funktionen trainiert werden sollen. Dafür wurde auf Grundlage des Aufgabenmodells die Schwierigkeit für die Bedienung der jeweiligen Funktion ermittelt.

Die Komponenten, die häufig von älteren Menschen genutzt werden oder eher in frühen Phasen gelernt werden, sind die wichtigsten und eher einfach erlernbar. Aus den Interviewdaten wurde folgende Reihenfolge für das Training der Komponenten abgeleitet:

1. Anruf entgegennehmen
2. Anrufen über Zahlentasten
3. Telefonbuch
4. Anruflisten
5. Einstellungen
6. Textnachrichten
7. Archiv

Die Reihenfolge, in der Funktionen einer Komponente trainiert werden, wurde anhand der Schwierigkeit der zu lernenden Funktion festgelegt. Die Schwierigkeit, eine Aufgabe zu bewältigen, ergibt sich aus der Anzahl bisher unbekannter Handlungsschritte (Polson et al. 1986). Ausgangspunkt war dabei, dass zu Beginn des Trainings dem Lerner alle Funktionen unbekannt sind. Mit Hilfe des kognitiven Aufgabenmodells wurde die Schwierigkeit der jeweiligen Bedienaufgabe bestimmt, indem berechnet wurde, wie viel Operationen pro Bedienaufgabe erlernt werden müssen. Wurde eine Operation bereits in einer vorherigen Lektion vermittelt, so kann der Lerner auf dieses Wissen zurückgreifen und die jeweilige Operation bzw. Methode gilt nicht mehr als neuartig. Beispielsweise muss für die Bedienaufgabe „Textnachricht senden“ gelernt werden, eine Textnachricht zu lesen und abzufassen, einen Sender aus dem Telefonbuch auszuwählen und die Nachricht zu senden.

Im Sinne des Prinzips der Ganzheitlichkeit von Lernaufgaben (siehe Abschnitt 2.3) wurde die Reihenfolge der Aufgaben so gewählt, dass pro Lektion eine vollständige Aufgabe vermittelt wird, wobei mit einer einfachen Aufgabe begonnen wird, die wiederum das nötige

Wissen für eine schwierigere nächste Aufgabe vermittelt. Für die Komponente „Textnachrichten“ wird beispielsweise zuerst trainiert, eine Textnachricht (SMS) zu lesen, danach eine SMS zu löschen und erst dann eine SMS zu senden. Da die Funktionen des Telefonbuchs bereits vorher eingeführt wurden, kann das Wissen zur Auswahl eines Eintrags aus dem Telefonbuch vorausgesetzt werden.

Das Training wurde derart gestaltet, dass in jeder Lektion zwei bis vier neue Operationen vermittelt werden. Abbildung 3.4 stellt einen Auszug aus der Übersicht zur Festlegung der Reihenfolge der Lektionen dar. Unter Verwendung des Aufgabenmodells wurde für jede Lektion ermittelt, welche Operationen gelernt werden müssen und welche bereits in einer früheren Lektion vermittelt wurden. Eine vollständige Übersicht befindet sich in Anhang A.1.

Lektion	Lektion (Name)	# neu	Operation	neu	Wdhlg.	gelernt
1	Anruf entgegen nehmen	4	Klingelton bei Anruf erkennen	O1		
			Symbol bei Anruf erkennen	O2		
			Anruf über Anruftaste annehmen	O3		
			Anruf über Auflegetaste beenden	O4		
2	Anruf tätigen	2	Nummer über Zahlentasten eingeben	O5	O2	
			Anruf über Anruftaste tätigen	O6		
	TELEFONBUCH					
3	Anrufen aus dem Telefonbuch	4	Hauptmenü über F-Taste aufrufen	O7	O6, O2, O4	
			Markierung von Menüs verstehen	O8		
			Menüpunkte über F-Taste auswählen	O9		
			Markierung verschieben	O10		

Abbildung 3.4: Ausschnitt aus der Übersicht zu den Operatoren der Lektionen

3.4 Entwicklung des Instruktionsmaterials

Nachdem das Konzept des Trainings und die Reihenfolge der Aufgaben festgelegt waren, wurde das Instruktionsmaterial entwickelt. Es setzt sich aus einem Einleitungstext, der Handlungsanleitung und den Übungsaufgaben zusammen.

Die Einleitungstexte bestehen aus ein bis zwei Sätzen zum Nutzen der trainierten Funktion und aus einem Satz zum Ziel der Lektion. Die Handlungsanleitungen der Lektion sind konsistent, d.h. gleiche Operatoren und Methoden wurden auch gleich bezeichnet. Ein neuer Operator wird dreimal mit allen Teiloperationen vollständig erklärt. Danach werden die Teiloperationen zu einem Operator zusammengefasst. So wird beispielsweise zu Beginn des Trainings die Anleitung gegeben: „Wählen Sie den Eintrag *Norbert* aus. Dafür müssen Sie zuerst den Eintrag *Norbert* markieren. Dafür verschieben Sie den gelben Rahmen mit den Navigationstasten auf den Eintrag *Norbert*. Anschließend drücken Sie die Taste unter dem Feld *auswählen*“. Nach dem dritten Mal erfolgt dann die Anleitung: „Wählen Sie den Eintrag *Norbert* aus“. Wenn ein Handlungsschritt oder eine Methode bei einer neuen Komponente ebenfalls auftritt, wird einmal eine vollständige Anleitung gegeben, danach nur noch die verkürzte Fassung. Die Übungsaufgaben sind der Aufgabe, an der die Handlungsanleitung erfolgt, sehr ähnlich, so dass kaum Transfer notwendig ist, um die Übungsaufgaben erfolgreich zu bewältigen. Es war dem Lerner frei gestellt, ob er

übt oder nicht.

Die Einleitungs- und Anleitungstexte sowie die Begriffswahl bei der Gerätesimulation wurden konsistent zueinander gestaltet. Dafür wurden folgende Regeln festgelegt:

1. Die Tasten sind sofern möglich nach ihrem Zweck benannt, z.B. Navigations-, Auflege- und Anruftaste. Die Benennung von Tasten und Symbolen lag als Übersicht während des Trainings vor.

2. Die Menüstruktur setzt sich aus Startdisplay, Hauptmenü, Untermenüs und Optionen zusammen. Jedes Untermenü besteht aus Menüpunkten oder aus Einträgen, die der Nutzer verändern kann, wie Kontakte im Telefonbuch oder Textnachrichten.

3. Für identische Vorgänge oder Sachverhalte wurde immer dieselbe Bezeichnung bzw. Phrase gewählt. Dafür wurde ein Wörterbuch der verwendeten Bezeichnungen (Abbildung 3.5) erstellt.

4. Bei den Benennungen wurde sich an den verwendeten Begriffen gängiger Mobiltelefone orientiert.

Zuordnung	Stichwort	Formulierung
Teile des Trainings	Lektion	spätere Lektion
	Simulation	in dieser Simulation wurde eine Textnachricht vorbereitet
	Funktionen	
Hardware	Mobiltelefon	Mobiltelefon speichert Bilder und Töne
	Display	im Display werden XY angezeigt
		im Display sehen
	Navigationstasten	Naviagtionstasten drücken
		Navigationstasten benutzen
	Anruftaste	Anruftaste drücken
	Auflegetaste	Auflegetaste drücken
		Drücken Sie die Auflegetaste so oft, bis…
	Zahlentasten	mit den Zahlentasten eingeben
	Speicher	Speicher des Mobiltelefons
		Speicher ist begrenzt
	Taste	Taste drücken

Abbildung 3.5: Ausschnitt aus der Übersicht zum verwendeten Wortschatz

Abschließend wurde das Training in die Gerätesimulation integriert. Dafür wurden Einleitungstext und Handlungsanleitung so gestaltet, dass sie über das simulierte Mobiltelefon ohne zusätzliche Hilfsmittel benutzbar sind. Der Einleitungstext jeder Lektion wurde in ein bis zwei Displaybildern mittels schriftlichem Text dargeboten. Die Handlungsanleitung erfolgt mittels gesprochener Texte durch einen geübten Sprecher. Die gesprochenen Texte wurden anhand von Empfehlungen für Sprechtexte abgefasst (Niegemann, 2004). Jede Anleitung setzt sich aus Handlungsschritten zusammen, die einzeln eingesprochen wurden. Je nach Anzahl der Operatoren teilt sich die Handlungsanleitung einer Lektion in unterschiedlich viele Einzeltexte. Jedes Segment endet mit einem Tastendruck des Lerners, durch den der nächste Text ausgelöst wird. Erfolgt kein Tastendruck, so wird der jeweilige Text wiederholt. Bezeichnungen von neuen Menüpunkten Symbolen und Einträgen wurden vom Sprecher besonders betont.

3.5 VORUNTERSUCHUNG ZUR FEINJUSTIERUNG DES TRAININGSABLAUFS

Es wurde eine Vorstudie mit zehn Teilnehmern im Alter von 47 bis 86 Jahren durchgeführt, die keine oder wenig Erfahrung im Umgang mit Mobiltelefonen hatten. Anhand der Ergebnisse der Vorstudie wurde festgelegt, wie viele Lektionen für den Trainierenden pro Trainingseinheit angemessen sind. Dafür trainierten die Teilnehmer die Bedienung des simulierten Mobiltelefons, wobei sie selbständig entschieden, wie viele Lektionen sie bearbeiten wollten. Auch wurde eine erste Bewertung des integrierten Trainings vorgenommen. Insbesondere sollte geprüft werden, ob der Umfang der Lektionen und die Anleitungstexte angemessen gestaltet wurden. Dafür wurde die erlebte Anstrengung während des Lernens mittels der SEA-Skala (Eilers, Nachreiner, Hänecke & Schütte, 1986) gemessen, die dreimal erhoben wurde: nach einer Befragung vor dem Training, nach dem Training und nach einer Nachbefragung. Zudem bewerteten die Teilnehmer das Training anhand von elf geschlossenen Fragen (Kapitel 4). Aufgrund der geringen Stichprobengröße wurde auf eine inferenzstatistische Auswertung verzichtet.

Die Teilnehmer trainierten zwischen fünf und 27 Lektionen, wobei der Mittelwert bei 12,80 Lektionen lag. Für jede Lektion benötigten sie zwei bis zehn Minuten mit Mittelwert 3,90 Minuten. Die Ergebnisse zur SEA-Skala zeigen, dass die erlebte Anstrengung nach dem Training mit 45,10 als etwas anstrengend erlebt wurde. Die älteren Teilnehmer erlebten das Trainings als anstrengender als die jüngeren. Für die weiteren Trainingsstudien ergab sich daraus, dass die Teilnehmer in der ersten Trainingseinheit die Lektionen zu den ersten beiden Komponenten des Mobiltelefons bearbeiten. Daher trainierten sie die ersten 14 Lektion in einer ersten und die übrigen 13 Lektionen in einer zweiten Trainingseinheit.

Die deskriptive Auswertung des Fragebogens zeigte, dass die Teilnehmer das Bedientraining als sehr gut bewerteten. Neun der zehn Teilnehmer stimmten der Aussage zu, dass das Training ihnen beim Erlernen der Bedienung geholfen hat. Neun fanden die Lektionen leicht verständlich und acht sahen in diesem interaktiven Training eine geeignete Methode, die Bedienung eines Mobiltelefons zu erlernen. Sieben Versuchsteilnehmer hätten es begrüßt, wenn ein solches Training in Mobiltelefone eingebaut wäre. Die Lektionen wurden von neun Teilnehmern als angemessen wahrgenommen.

Ergänzend wurde beobachtet, dass für einige Versuchsteilnehmer die Bedienung des simulierten Mobiltelefons mittels Touchscreen schwierig war. Dadurch kam es in den ersten Lektionen vereinzelt zum Überspringen von Handlungsschritten, zu Verunsicherungen beim Navigieren oder zu ungewollten Tastendrücken. Nach einer kurzen Eingewöhnungszeit traten diese Schwierigkeiten jedoch nicht mehr auf. Für die Trainingsstudie ergaben sich daraus einige Implikationen: Es wurde eine Übung zur Bedienung des Touchscreens eingeführt, die Position der Tasten wurde angepasst und die visuelle Rückmeldung bei erfolgreichem Tastendruck wurde stärker hervorgehoben. Weiterhin empfanden insbesondere ältere Teilnehmer die gesprochenen Anleitungstexte zu schnell. Für die Trainingsstudie ergaben sich daraus: Die Anleitungstexte wurden langsamer eingesprochen, es wurden genügend Pausen für das Ausführen der Handlung gelassen und die Texte können beliebig wiederholt werden.

Kapitel 4

Untersuchungsansatz

In diesem Kapitel wird der Untersuchungsansatz vorgestellt, der allen Trainingsstudien zugrunde liegt. Ein einheitlicher Untersuchungsansatz ermöglicht einen Vergleich der Trainingsstudien und damit den Vergleich der Effekte der untersuchten Gestaltungsaspekte auf den Lernerfolg älterer Menschen.

4.1 Versuchsdesign

Die Fragestellung bestand in allen Studien darin, Trainingsvarianten, die sich in einem oder zwei Gestaltungsaspekten unterschieden, zu vergleichen. Die Studien wurden in einem Between-Design mit ein oder zwei Faktoren durchgeführt, die jeweils zweifach gestuft waren. Ein Faktor war stets ein untersuchter Gestaltungsaspekt, dessen Stufen zwei Trainingsvarianten waren, bei denen der Gestaltungsaspekt systematisch variierte wurde. Die Trainingsvarianten wurden experimentell mit Teilnehmer im Alter von 50 bis 80 Jahren verglichen, wobei die Trainingsgruppen hinsichtlich Alter und Vorerfahrung parallelisiert wurden.

Parallelität wurde dadurch erreicht, dass jedem Teilnehmer einer Trainingsgruppe ein Teilnehmer der Referenzgruppe gleichen Alters und Erfahrung mit elektronischen Geräten zugeordnet wurde. Die Beurteilung der Erfahrung mit elektronischen Geräten wurde anhand eines Erfahrungsscores vorgenommen, der die Benutzung von Mobiltelefonen und andere elektronische Geräte berücksichtigt. Tabelle 4.1 gibt eine Übersicht über die Kriterien, aus denen der Erfahrungsscore berechnet wurde. War ein Kriterium erfüllt, so wurde ein Punkt gegeben. Anschließend wurden die Punkte aufsummiert.

Tabelle 4.1: Berechnung des Erfahrungsscore

Kategorie	Punkte
Mobiltelefon:	
Besitz eines Mobiltelefons	
Benutzung mehrerer Mobiltelefone	
Probieren bei Erstkontakt	
Lesen der Bedienanleitung	0-4
Funktionsnutzung am Mobiltelefon:	
Funktionen des Telefonbuch	
Funktionen der Anruflisten	
Funktionen zu Textnachrichten	
Funktionen der Einstellungen	0-4
Benutzung des Festnetztelefons:	
Anrufbeantworter	
Nummernspeicher vom Festnetztelefon	0-2
Benutzung anderer elektronischer Geräte:	
Computer	
Digitalkamera	
Mp3-Spieler / PDA	
Video- oder DVD-Spieler	
Geld- / Fahrkartenautomat	0-5
Summe	0 - 15

4.2 Abhängige Variablen

Beim Vergleich der Trainingsvarianten wurde der Trainingserfolg mit den abhängigen Variablen Trainingsaufwand und Trainingseffekt untersucht. Mit dem Trainingsaufwand werden die Kosten erfasst, die der Lerner aufwenden muss, um die Lerninhalte zu beherrschen. Der Trainingseffekt entspricht dem Nutzen, den das Training für den Lerner hat. Grundsätzlich müssen die Kosten minimiert und der Nutzen des Trainings maximiert werden.

Der Trainingsaufwand wurde erfasst über:

- die Anstrengung, die der Lerner während und nach dem Training erlebt.
- den aufgewendeten Lernaufwand, um den Trainingseffekt zu erreichen.
- die Trainingsdauer, die der Lerner für die Lektionen benötigt.

Da die Teilnehmer freiwillig das Training durchführen, darf die erlebte Anstrengung nicht zu hoch sein, da ansonsten der Lernende entmutigt wird, das Training zu absolvieren. Andererseits ist ein gewisses Maß an kognitivem Aufwand nötig, um eine tiefe Verarbeitung zu erreichen.

Unter Lernaufwand wird das Ausmaß der Übung verstanden, um das vermittelte Wissen zu erlernen. Da das Training selbständig durchgeführt wird, sollte der Aufwand möglichst

gering sein, da ansonsten die Gefahr besteht, dass der Lerner das Trainings abbricht und entmutigt wird. Gleiches gilt für die Trainingsdauer die der Lerner braucht, um das Training zu absolvieren.

Der Trainingseffekt (bzw. Lernerfolg) setzt sich zusammen aus:

- die Leistung in der Benutzung nach dem Training.
- die erlebte Anstrengung bei der Benutzung nach dem Training.
- dem Wissen über das Gerät.
- der Selbstwirksamkeit, die der Lerner bei der Benutzung erlebt.
- die Zufriedenheit, die der Lerner beim Training empfindet.

Die Leistung als direkter Erfolgsfaktor sollte durch das Training maximiert werden, so dass der Lernende nach dem Training das jeweilige elektronische Gerät erfolgreich bedienen kann. Ein hoher Trainingseffekt ist auch Voraussetzung für den Transfer des Gelernten auf die Bedienung unbekannter Funktionen oder elektronischer Geräte (u. a. J. P. Mestre, 2002; Beyerlein, 2007).

Ebenso sollte sich das Training auf das Wissen über das elektronische Gerät auswirken. Für das Benutzen elektronischer Geräte sind Handlungs- und Struktur- sowie Funktions- und Begriffswissen entscheidend. Das Handlungswissen stellt prozedurales Wissen, das Strukturwissen die mentale Repräsentation des elektronischen Gerätes und das Begriffs- und Funktionswissen deklaratives Wissen über die Funktionen und die Bezeichnungen der Bedienelemente dar (siehe Abschnitt 4.3.3).

Bei einem erfolgreichen Training sollte sich der Lerner als selbstwirksam erleben, so dass er das Gefühl hat, das Gelernte erfolgreich anwenden zu können. Außerdem sollte das Training positiv empfunden werden und Spaß machen, da der Lerner das Training freiwillig initiiert und durchführt.

Kontrollvariablen waren das Alter und Geschlecht, die Schulbildung, die Erfahrung in der Bedienung von Mobiltelefonen, die Nutzung von Mobiltelefonen und Computern, das Kontrollerleben im Umgang mit elektronischen Geräten und die erlebte Anstrengung vor dem Training.

4.3 Instrumentarium zur Erfassung des Trainingserfolgs

Für die Erhebung der abhängigen Variablen kamen verschiedenen Messmethoden zum Einsatz, die im Folgenden vorgestellt werden.

4.3.1 Trainingsaufwands

Der Trainingsaufwand wurde anhand von Log-files erfasst, die die Tastendrücke des Lerners während und nach dem Training digital protokollierten. Für jeden Tastendruck wurden folgende Elemente in eine Datei geschrieben:

- die Lektion, in der sich der Lerner befindet,
- die Bezeichnung der Taste,
- die Bedeutung für die gerade durchgeführte Aufgabe und
- der zeitliche Abstand zum vorhergehenden Tastendruck.

Abbildung 4.1 zeigt die protokollierten Tastendrücke des Teilnehmers 215 beim Bearbeiten der Lektion 3.

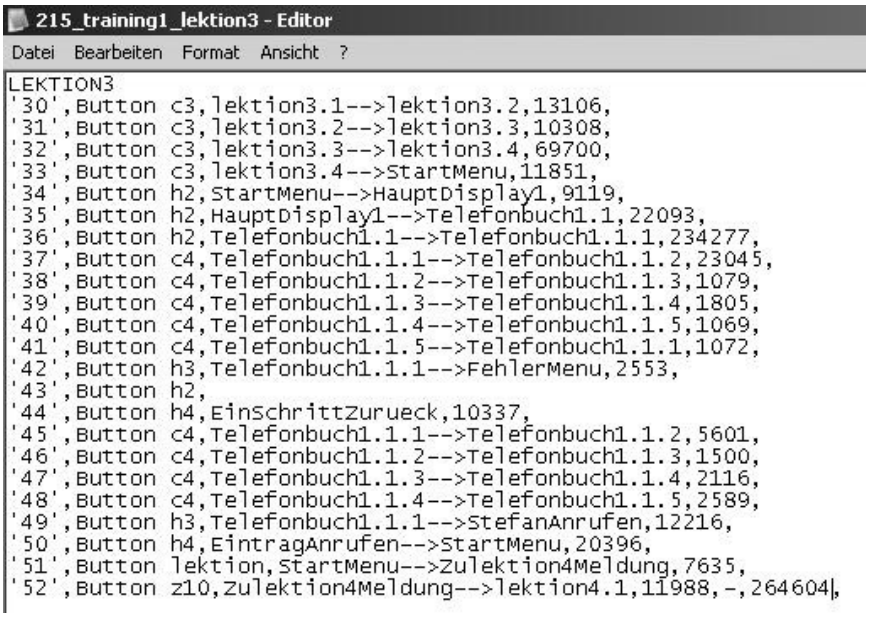

Abbildung 4.1: Elemente einer protokollierten Lektion

Aus den protokollierten Tastendrücken wurden folgende Parameter des Trainingsverlaufs abgeleitet:

- Dauer pro Lektion und Übung,
- Tastendrücke pro Lektion und Übung,
- Zurück-Aktionen zum Startdisplay pro Lektion und Übung,
- Tastendrücke im Hauptmenü pro Lektion und Übung sowie
- Bestätigen-Aktionen pro Lektion und Übung.

Für jede Lektion wurden die Anzahl der Tastendrücke und die gesamte Bearbeitungszeit erfasst. Am Ende jeder Lektion hatte der Lerner die Möglichkeit, anhand prototypischer Aufgaben das Gelernte zu wiederholen. Diese Übungen wurden getrennt hinsichtlich der Tastendrücke und Bearbeitungszeit aufgezeichnet. Ergänzend wurden bestimmte Parameter extrahiert, die sich in den Voruntersuchungen als potentielle Indikatoren für Lernzuwachs herausgestellt hatten. Dazu gehören unnötige Rücksprünge zum Startdisplay, die Navigation im Hauptmenü und die benötigte Zeit für das Bestätigen von Aktionen.

4.3.2 Leistungserfassung

Zur Messung der Leistung bearbeiteten die Lerner zwischen den Trainingseinheiten sowie nach Abschluss des Trainings prototypische Bedienaufgaben, die im Folgenden als Zwischen- und Abschlusstest bezeichnet werden. Durch die Zwischentests (Test 1 und Test 2) wurde der Lernerfolg in frühen Phasen des Trainings sowie das mittelfristige Behalten des Gelernten erfasst.

Im Abschlusstest (Test 3) wurde auch der Wissenstransfer auf unbekannte Aufgaben gemessen, indem die Ähnlichkeit der Testaufgaben zu den Aufgaben während des Trainings variiert wurde. Die Hälfte der Aufgaben waren bereits während des Trainings vermittelt worden und die andere Hälfte war für die Lerner neu. Tabelle 4.2 gibt einen Überblick über die Bedienaufgaben des Abschlusstests.

Tabelle 4.2: Bedienaufgaben des Abschlusstests

Aufgabe	Transfer-anforderung	erforderliche Tastendrücke
Eintrag aus dem Telefonbuch anrufen	wenig	9
Eintrag im Telefonbuch erstellen	wenig	24
Bild zu einem Eintrag hinzufügen	viel	18
Anrufer aus Rufliste zurückrufen	wenig	7
Lautstärke verändern	wenig	14
Anrufer eine Nachricht schreiben	viel	17
Empfangene Nachricht beantworten	viel	15
Gespeicherte Melodie löschen	viel	18

Es wurde für jede Aufgabe die Transferanforderung und die Anzahl der benötigten Tastendrücke ermittelt, weil beide Kriterien bei der Bewertung der Leistung wichtig waren. Ein Überblick zu allen Aufgaben ist in Anhang A.2 zu finden.

Aus den Protokolldateien zu den Leistungstests wurden folgende Parameter abgeleitet:

- Dauer pro Aufgabe,
- Tastendrücke pro Aufgabe,
- Zurück-Aktionen zum Startdisplay und
- Tastendrücke im Hauptmenü pro Aufgabe.

Für die Leistungstests protokollierte der Versuchsleiter zusätzlich zu den im Log-file gespeicherten Informationen für jeden Handlungsschritt, ob der Versuchsteilnehmer eine Hilfestellung benötigte, um die Aufgabe zu lösen. Die Hilfestellungen wurden vom Versuchsleiter gegeben. Um das Verhalten des Versuchsleiters zu standardisieren, wurden Feedbackregeln festgelegt, an denen sich der Versuchsleiter orientierte. In den Feedbackregeln wurde genau festgelegt, wann und unter welchen Voraussetzungen der Versuchsleiter welche Rückmeldung geben durfte. Zur Protokollierung lag dem Versuchsleiter ein Protokollbogen vor, in dem er für jede Operation ankreuzte, ob er eine Hilfestellung geben musste oder nicht. Eine Übersicht über die Feedbackregeln und ein Auszug aus dem Protokollbogen befinden sich im Anhang A.2.

4.3.3 Wissen über das simulierte Mobiltelefon

Für die Bedienung elektronischer Geräte ist neben dem Funktions- und Begriffswissen besonders das Handlungs- und Strukturwissen über das trainierte Gerät von Bedeutung. Da ein handlungsorientiertes Bedientraining untersucht wurde, das insbesondere zur erfolgreichen Bedienung von elektronischen Geräten gestaltet wurde, lag der Fokus bei der Wissenserhebung besonders auf dem Handlungs- und Strukturwissen.

Das Handlungswissen stellt regelbasiertes Wissen dar (Rasmussen, 1983), das aus Situations - Handlungs - Verknüpfungen besteht. Bezüglich der Bedienung von elektronischen Geräten kann das Handlungswissen als eine Sequenz solcher Verknüpfungen aufgefasst werden. Wenn der Benutzer beispielsweise jemanden anrufen möchte (Situation), so muss er zuerst die Telefonnummer eingeben (Handlung). Wenn er die Telefonnummer eingegeben hat (Situation), dann muss er die Anruftaste drücken, um die Verbindung mit dem Angerufenen herzustellen, usw..

Die gelernten Handlungssequenzen wurden gemessen, indem der Lerner eine Auswahl von Kärtchen vorgelegt bekam, die Abbildungen von Systemzuständen darstellten. Der Lerner hatte für drei Bedienaufgaben die richtigen Kärtchen auszuwählen und in die korrekte Abfolge zu legen (Abbildung 4.2). Die Güte des Handlungswissen wurde anhand der Anzahl richtig reproduzierter Handlungssequenzen bestimmt.

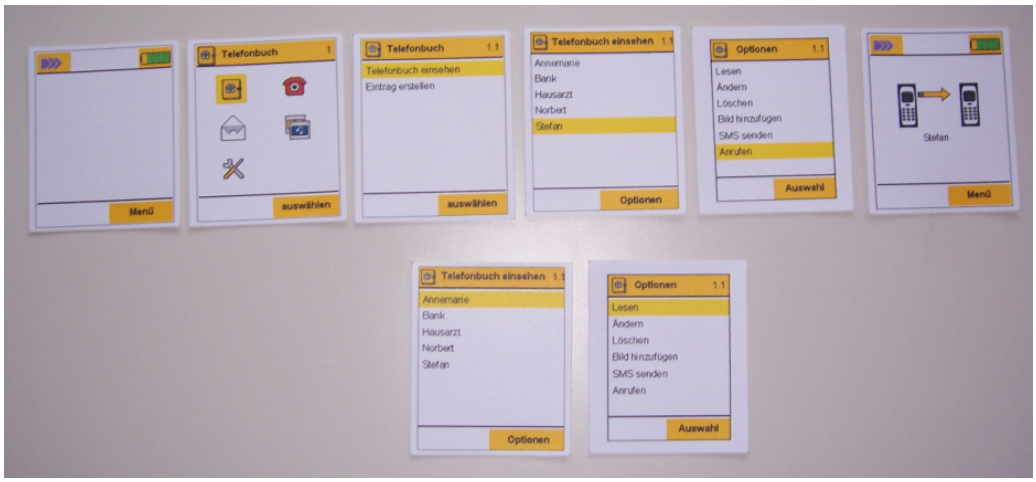

Abbildung 4.2: Kärtchen zur Ermittlung des Handlungswissens

Das Strukturwissen wird als mentales Modell der Menüstruktur des trainierten elektronischen Gerätes aufgefasst. Timpe (1994) definiert mentale Modelle kurz als intern repräsentierte Annahmen über die reale Welt. Nach Spada (1992) sind mentale Modelle subjektive Wissensgefüge über komplexe Sachverhalte, die das Verständnis über und den konkreten Umgang mit dem System bestimmen. Bei der Benutzung technischer Systeme, erklären sie das Zustandekommen von Systemzuständen und ermöglichen Vorhersagen zum Systemverhalten und zu den Auswirkungen von Systemeingriffen (Timpe, 1994; D. A. Norman, 1983).

Die Wissensrepräsentation der Menüstruktur wurde durch Strukturlegen (vgl. Hierarchisches Strukturlegen, Groeben & Scheele, 1984) erfasst. Jedem Teilnehmer wurden 15 Kärtchen mit Abbildungen der verschiedenen Ebenen und Elemente der Menüstruktur vorgelegt, die er zu einer für ihn sinnvollen Anordnung legen sollte. Es wurden die gelegten Hierarchieebenen und die korrekt angeordneten Neben- und Ober-/Unterordnungen bewertet.

Zusätzlich zum Handlungs- und Strukturwissen wurden das Begriffs- und Funktionswissen mittels eines Lückentextes erfasst (Anhang A.1, Abbildung A.6). Er bestand aus zwölf Aussagen über das Mobiltelefon, wobei Bezeichnungen von Bedienelementen und Funktionen weggelassen wurden. Diese Lücken musste der Lerner vervollständigen. Ein Item zum Funktionswissen war beispielsweise: „Mit der (Tastensperre) können die Tasten des Mobiltelefons blockiert werden, so dass sie nicht versehentlich gedrückt werden können.“ Ein Item für Begriffswissen war: „Mit der (Auflegetaste) gelangen Sie immer einen Schritt zurück.“ Zur Überprüfung der Sensitivität des Lückentextes wurde bei einer Teilstichprobe von 60 Teilnehmern der Trainingsstudie auch ein Vortest des Begriffs- und Funktionswissens durchgeführt. Dazu wurde ihnen ein Lückentext mit sechs Items zu Grundkenntnissen über das eigene Mobiltelefon vor dem Training vorgelegt, wobei die Fragen vergleichbar zum Lückentest nach dem Training waren. Die Teilnehmer beantworteten 47,13 Prozent vor dem Training und 60,20 Prozent der Items nach dem Training richtig. Der Unterschied zwischen den Messzeitpunkten wurde mit dem Wilcoxen-Test statistisch überprüft

und ist signifikant (Z(60)=-2,50, p<0,001). Es kann also davon ausgegangen werden, dass der Lückentext sensitiv genug ist, Unterschiede vor und nach dem Training zu messen. Insofern scheint er auch zur Messung interindividuellen Lernerfolgs geeignet zu sein.

4.3.4 Erlebte Anstrengung

Der erlebte Aufwand wurde mit Hilfe der SEA-Skala erhoben (Skala zur Erfassung der subjektiv erlebten Anstrengung, Eilers et al., 1986). Dieses Erhebungsinstrument ist ein geeignetes Maß, um auf einer Skala die Gesamtbewertung zu erfassen. Die Teilnehmer wurden aufgefordert, auf der Skala die Stelle zu markieren, die ihrer erlebten Anstrengung entsprach. Die SEA-Skala ist eine eindimensionale, kontinuierliche, graphische Ratingskala mit Graduierungsbegriffen als Urteilsanker (Abbildung 4.3). Das Verfahren weist eine hohe Reliabilität auf, die Validität scheint jedoch nur bei Aufgaben gegeben zu sein, bei denen die Teilnehmer die Messabsicht durchschauen können (Eilers et al., 1986). Ein Vorteil besteht in der Verwendung des Beurteilungsmerkmals „Anstrengung“, welches ein im alltäglichen Sprachgebrauch verbreitete Dimension für Beanspruchung darstellt (Schütte, 2001).

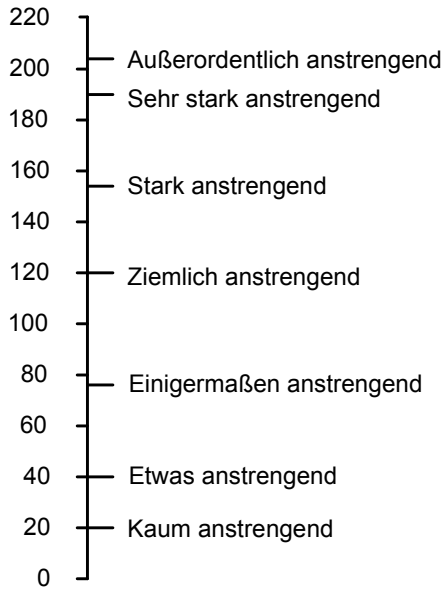

Abbildung 4.3: SEA-Skala zur Erfassung der subjektiv erlebten Anstrengung

4.3.5 Selbstwirksamkeit und Bewertung des Trainings

Unter Selbstwirksamkeit wird die Überzeugung der Wirksamkeit des eigenen Handelns bzw. der Glaube an das eigene Potential, in bestimmten Situationen erfolgreich zu handeln, verstanden (Bandura, 1994, 1977). Studien zeigen, dass der Vorhersagewert der Selbstwirksamkeit für Verhalten in einer ähnlichen Domäne bei domänespezifischer Erfassung steigt (Schunk, 1991; Bildat, 2005). Daher wird Selbstwirksamkeit domänespezifisch mittels selbst entwickelter Fragen zum Umgang mit Mobiltelefonen erhoben. In Anlehnung an Compeau und Higgins (1995) zur computerbezogenen Selbstwirksamkeit wurden

sieben Fragen formuliert, die folgende Aspekte von Selbstwirksamkeit beim Erlernen der Bedienung elektronischer Geräte adressieren:

- Kontrollerleben beim Training,
- Bewertung der eigenen Leistung und
- Zufriedenheit mit dem Lernfortschritt.

Als weitere Methode zur Einschätzung der Trainierenden kam ein Ratingverfahren zum Einsatz, dass für die vorliegende Arbeit erstellt wurde. Diese Sammlung von 11 geschlossenen Fragen mit jeweils fünf Antwortalternativen sollte die subjektive Bewertung des Trainings erfassen. Die Fragen entstammen folgenden Bereichen:

- Lernpotential, d.h. ob das Training das Erlernen der Bedienung ermöglicht,
- Spezifische Gestaltungsaspekte, wie Übungsangebot und Gestaltung der Lektionen,
- Gesamturteil, ob der Teilnehmer das Training für geeignet hält und
- Spaß und Freude beim Training.

Für die Items des Fragebogens zur Selbstwirksamkeit und zur Bewertung des Trainings wurden anhand der Ergebnisse der ersten Trainingsstudie (siehe Abschnitt 5.1) die Schwierigkeiten und die interne Konsistenz berechnet (Anhang B.1). Items hoher oder geringer Schwierigkeit und solche, die gering mit der jeweiligen Skala korrelieren, wurden aussortiert. Dadurch verblieben fünf Items zur Selbstwirksamkeit und sechs Items zur Bewertung des Trainings. Die interne Konsistenz, berechnet mittels Cronbachs α beträgt für die Skala „Selbstwirksamkeit“ α=0,79 und für die Skala „Bewertungs des Trainings“ α=0,71, was für Forschungszwecke ausreichend ist.

Zusammenfassend stellt die Tabelle 4.3 die Parameter zur Erfassung der abhängigen Variablen im Überblick dar.

Tabelle 4.3: Operationalisierung der abhängigen Variablen

Abhängige Variable	Parameter
Trainingsaufwand:	
Trainingsdauer	Tastendrücke und Dauer (pro Lektion)
Lernaufwand	Selbständig durchgeführte Übungen (pro Lektion)
Anstrengung	erlebte Anstrengung (nach Training)
Trainingseffekt:	
Leistung	Zeit, Tastendrücke und Hilfestellungen pro Test
Handlungswissen	Handlungsschritte (richtig gelegt)
Strukturwissen	Strukturlegen (richtige Elemente)
Funktionswissen	Lückentext (richtige Antworten)
Begriffswissen	Lückentext (richtige Antworten)
Kognitiven Aufwand	erlebte Anstrengung bei den Tests
Bewertung des Lerners:	
Selbstwirksamkeit	Selbsteinschätzung
Bewertung des Trainings	Selbsteinschätzung

4.3.6 Personenvariablen

Wie bereits in Tabelle 4.1 verdeutlicht, wurde die Vorerfahrung der Teilnehmer mit elektronischen Geräten ermittelt. Dafür wurde die Erfahrung der Teilnehmer mit Mobiltelefonen mittels eines halbstandardisierten Interviews erfasst. Folgende Fragenkomplexe waren enthalten:

- Besitz eines Mobiltelefons (Dauer, Anzahl, Modelle),
- Nutzung (Situationen, Häufigkeit),
- Funktionen des Mobiltelefons (Kenntnis, Nutzung) und
- Festnetztelefon (Modell, Ausstattung, Nutzung).

Ergänzend wurde die Nutzungshäufigkeit anderer elektronischer Geräte, wie Computer, Digitalkamera, CD-, DVD, Videospieler, Fahr- und Geldautomat sowie PDA und Mp3-Spieler mittels eines Fragebogens erhoben.

Außerdem wurden demografische Merkmale wie das Alter, Geschlecht und die Schulbildung erfragt. Da die Kontrollüberzeugung bei der Benutzung technischer Systeme das Erlernen der Bedienung beeinflusst (Baldi, 1997; Reed et al., 2005), wurde der Fragebogen Kontrollüberzeugungen im Umgang mit Technik (KUT, Beier, 1999), ergänzt durch einige Fragen zu Berührungsängsten, eingesetzt.

4.4 VERSUCHSABLAUF

Jeder Teilnehmer lernte in zwei Trainingseinheiten, die vier bis sieben Tage auseinander lagen (Abbildung 4.4). Die Trainingseinheiten dauerten zwischen 90 und 150 Minuten. In einer Prämessung wurde das Interview zur Erfahrung mit Mobiltelefonen, die Fragen zur Nutzung der anderen elektronischen Geräte und der Fragebogen KUT (Beier, 1999) durchgeführt. Die Teilnehmer trainierten 14 Lektionen am ersten und 13 Lektionen am zweiten Tag. Die Leistung wurde zu drei Zeitpunkten mit je acht Testaufgaben gemessen: nach Durchführung der ersten Trainingseinheit (Zwischentest 1) zur Messung des Lernerfolgs in frühen Phasen, nach vier bis sieben Tagen zu Beginn der zweiten Trainingseinheit (Zwischentest 2) zur Erfassung des mittelfristigen Behaltens und zum Ende der zweiten Trainingseinheit (Abschlusstest) zum Lernerfolg bei Aufgaben mit und ohne Transfer. Anschließend füllten die Teilnehmer einen Fragebogen zu ihrer Selbstwirksamkeit und Bewertung des Trainings aus. Am Ende wurden der Lückentext-Test und das Sequenz- und Strukturlegen durchgeführt. Die erlebte Anstrengung wurde nach dem Interview (Baseline), nach den Trainingseinheiten, nach den Leistungs- und nach den Wissenstests gemessen.

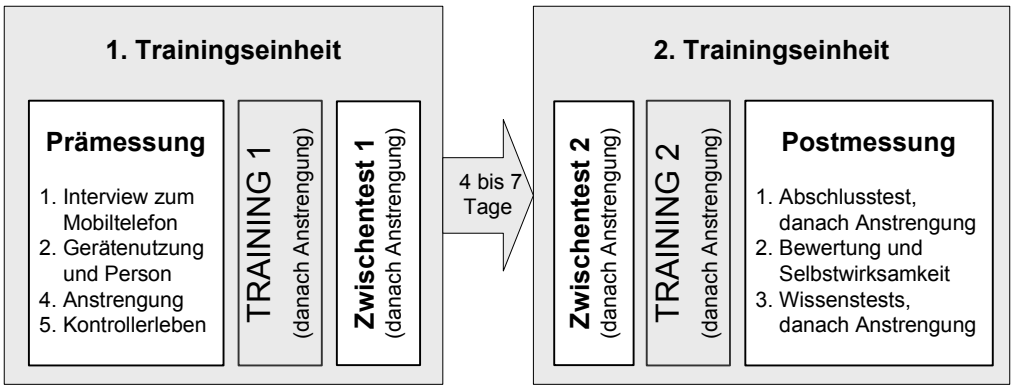

Abbildung 4.4: Ablauf der Trainingsstudien

Die Trainingseinheiten und die Leistungstests wurden mit einem Touchscreen der Firma Eizo durchgeführt, der sich aus einem lichtstarken 15-Zoll LCD-Modul und einer berührungsempfindlichen, kapazitiven Oberfläche zusammensetzt. Der Touchscreen war auf einen für die Trainingsstudien angefertigten Holzpult befestigt, so dass er in einem Winkel von 45 Grad vor den Teilnehmern lag. Die Gerätesimulation wurde auf der linken Seite des Bildschirms und mit etwa 15 * 7 cm etwas größer als handelsübliche Mobiltelefone dargestellt.

4.5 Auswertung

Die Verfahrensauswahl zur Hypothesentestung orientierte sich am Datenniveau, wobei Ordinaldaten statistisch wie Intervalldaten behandelt wurden, was nach Labovitz (1970) zulässig ist. Aufgrund der Erkenntnisse aus Monte-Carlo-Studien wurde trotz Verletzungen der Voraussetzungen Verfahren für metrisches Datenniveau verwendet, da Varianzanalyse und t-Test robust gegen Verletzungen der Normalverteilungsannahme und Varianzhomogenität sind. Daher wurde unter der Voraussetzung einer einigermaßen ein-gipfligen Verteilung die metrische Statistik verwendet (vgl. Bortz, 1999). Die Auswertung erfolgt weitestgehend über ein- oder zwei-faktorielle Varianzanalysen, für die als Maß der Effektstärke das partielle η^2 verwendet (Cohen, 1988; Wentura, 2004) wurde, wobei gilt (Bortz & Döring, 2002):

- $\eta^2 = 0{,}010$ klein
- $\eta^2 = 0{,}058$ mittel
- $\eta^2 = 0{,}137$ groß

Die Hypothesentestung erfolgte auf einem a priori festgelegten Signifikanzniveau von fünf Prozent, wobei die Bonferroni-Korrektur durchgeführt wurde, sofern ein Parameter mehreren Analysen unterzogen wurde.

4.6 Studie zur Bewertung des Training und der Zwischentests

Es wurde eine zweite Vorstudie durchgeführt, um das entwickelte integrierte Training zu evaluieren. In der Voruntersuchung wurden folgende Fragestellungen untersucht:

1. Welchen Effekt hat das integrative Training auf den Lernerfolg älterer Menschen?
2. Welchen Einfluss haben die Zwischentests auf den Lernerfolg?

4.6.1 Hintergrund

Um das integrierte Training zu bewerten, war zu überprüfen, ob es einen positiven Effekt auf den Lernerfolg hat, der nicht allein durch die Benutzung des simulierten Mobiltelefons erklärbar ist. Dafür wurde eine Kontrollgruppe, die selbständig anhand der Aufgaben aus den Leistungstests die Bedienung erlernt, mit einer Versuchsgruppe verglichen, die das integrative Training durchführt. Die Intervention der Kontrollgruppe ist vergleichbar mit explorativem Lernen, bei dem während der Benutzung durch Versuch und Irrtum das Bedienwissen erworben wird. Eine Feldstudie von Rieman (1996) zum Erlernen von Software unter Verwendung der Tagebuchmethode und Interviews ergab, dass exploratives Lernen ohne explizite Lernunterstützung zeitaufwendig ist; gleiches gilt auch, wenn Bedienanleitungen dabei zur Verfügung stehen. Dagegen bevorzugen Benutzer einen aufgabenbasierten Ansatz mit Möglichkeit zum selbständigen Ausprobieren.

Weiterhin war zu prüfen, welchen Einfluss die Zwischentests auf den Lernerfolg haben. Sie wurden durchgeführt, um die Leistung während des Trainings zu erheben. Jedoch kann vermutet werden, dass sie den Lernerfolg beeinflussen. Zum einen wird durch die zusätzlichen Aufgaben das vermittelte Wissen wiederholt, was sich positiv auf den Lernerfolg auswirkt (Fisk et al., 2004). Zum anderen erhält der Lerner durch seinen Erfolg bzw. Misserfolg Rückmeldung zum eigenen Leistungsstand, was im Sinne des Selbstbewertung einen positiven Einfluss auf den Lernerfolg hat (z. B. Marrenbach, Maaßen & Kraiss, 2005). Es wurde daher geprüft, ob sich ein Training mit Zwischentests positiv auf den Lernerfolg auswirkt.

4.6.2 Methode

Es wurden drei Gruppen untersucht: eine Gruppe mit dem integrierten Training und Zwischentests, eine mit dem integrierten Training ohne Zwischentests und eine ohne explizites Training:

- Die Gruppe, die mit Training und Zwischentests lernte, führte das Training nach dem zuvor beschriebenen Untersuchungsablauf durch (Trainingsgruppe 1).
- Die Gruppe ohne Zwischentests wurde ebenfalls mit dem beschriebenen Ablauf untersucht, jedoch wurden zwischen den Trainingseinheiten keine Zwischentests durchgeführt (Trainingsgruppe 2).
- Eine Gruppe lernte die Bedienung anhand der Aufgaben aus den Zwischen- und Abschlusstests. Es wurde die Instruktion gegeben, an einem explorativen Training teilzunehmen (Kontrollgruppe).

Es wurde der Lernerfolg der drei Gruppen verglichen: Leistung im Abschlusstest, Wissen zu den Handlungsschritten und der Struktur sowie Bewertung und Selbstwirksamkeit

nach dem Training. Außerdem wurden die Trainingsgruppe mit Zwischentests und die Kontrollgruppe hinsichtlich der Leistung im ersten Zwischentest gegenüber gestellt. Die Anstrengung der drei Gruppen wurde nicht ausgewertet, da diese wegen der unterschiedlichen Untersuchungsabläufe nicht vergleichbar wäre.

Die Stichprobe bestand aus insgesamt 21 Personen, sieben Teilnehmer pro Gruppe. Die Teilnehmer wurden durch Aushänge und durch einen Zeitungsartikel in einer Lokalzeitung gewonnen, in denen ein Training für Menschen ohne oder mit wenig Erfahrung im Umgang mit Mobiltelefonen angeboten wurde. Das Training fand an der TU Berlin oder in Senioreneinrichtungen statt, den Teilnehmern wurde keine Aufwandsentschädigung bezahlt. Vier der Teilnehmer waren Männer, 17 waren Frauen. Die Teilnehmer waren im Durchschnitt 69,3 Jahre alt. Von den Versuchsteilnehmern haben acht einen Hochschulabschluss, elf einen Realschulabschluss und zwei Volksschul- bzw. Hauptschulabschluss. Die Versuchsteilnehmer wurden bezüglich ihres Alters und ihrer Vorerfahrung parallelisiert und gleichmäßig auf die drei Versuchsbedingungen verteilt. Es wurde ein Vorerfahrungsscore ermittelt, dessen Wert zwischen Null und 15 liegen konnte. Die Versuchsteilnehmer hatten Werte von vier bis elf mit einem Mittelwert von 7,24.

Der Vergleich der Trainingsgruppen in den Kontrollvariablen Alter, Erfahrungsscore, Schulabschluss, Kontrollerleben im Umgang mit Technik (KUT, Beier, 1999) und Häufigkeit der Handy- und Computernutzung ergab keine signifikanten Unterschiede (siehe Anhang A.5).

4.6.3 Ergebnisse

Die drei Gruppen bewerteten das Training als gut und schätzten ihre Selbstwirksamkeit als hoch ein; die Gruppenunterschiede sind nicht signifikant. Ein detaillierter Überblick zu den statistischen Kennwerten befindet sich in Anhang A.3.

Lernerfolg der drei Versuchsgruppen Um die Leistung in der Bedienung des simulierten Mobiltelefons zu messen, wurde die Anzahl der Tastendrücke, die Bearbeitungszeit und die Anzahl der benötigten Hilfestellungen verglichen. Wie aus Abbildung 4.5 ersichtlich, benötigte die Kontrollgruppe deutlich mehr Hilfestellungen als die beiden Trainingsgruppen ($F(1, 18)=11{,}26$, $p<0{,}001$, $\eta^2=0{,}556$). Dieses gilt insbesondere für die Aufgaben mit Transfer ($F(1, 18)=17{,}85$, $p<0{,}001$, $\eta^2=0{,}665$). Der Posthoc-Vergleich der Einzelgruppen ergab für den Vergleich zwischen der Kontrollgruppe und den Trainingsgruppen signifikante Unterschiede ($d=-2{,}21$, $p<0{,}001$ bzw. $d=-1{,}41$, $p<0{,}025$). Auch wurden die drei Gruppen bezüglich der Bearbeitungszeit pro Aufgabe verglichen, die Unterschiede sind statistisch nicht bedeutsam (Anhang A.3).

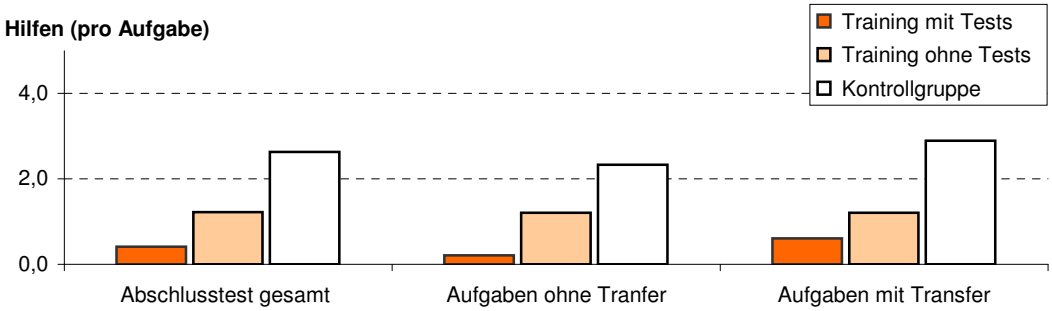

Abbildung 4.5: Vergleich der drei Gruppen in Anzahl der Hilfestellungen im Abschlusstest

Die relative Häufigkeit richtiger Antworten beim Lückentext ergab keine signifikanten Unterschiede. Das Handlungswissen wurde über den Anteil korrekt reproduzierter Handlungsschritte bei drei Sequenzlegeaufgaben ermittelt. In der schwierigsten der drei Aufgaben unterscheidet sich das Strukturwissen im Trend zwischen den Gruppen ($F(1, 16)=2{,}92$, $p=0{,}08$, $\eta^2=0{,}267$). Von den sieben Handlungsschritten zeigten die Trainingsgruppen mit 6,00 bzw. 6,14 eine bessere Leistung als die Kontrollgruppe mit 4,60 richtigen Karten.

Hinsichtlich des Strukturwissens wurde die durch die Teilnehmer produzierte Menüstruktur anhand der Anzahl gelegter Ebenen sowie die Güte (0-3) bewertet, die Unterschiede sind statistisch nicht signifikant. Gleiches zeigt sich auch für die Güte der produzierten Menüstruktur (Abbildung 4.6).

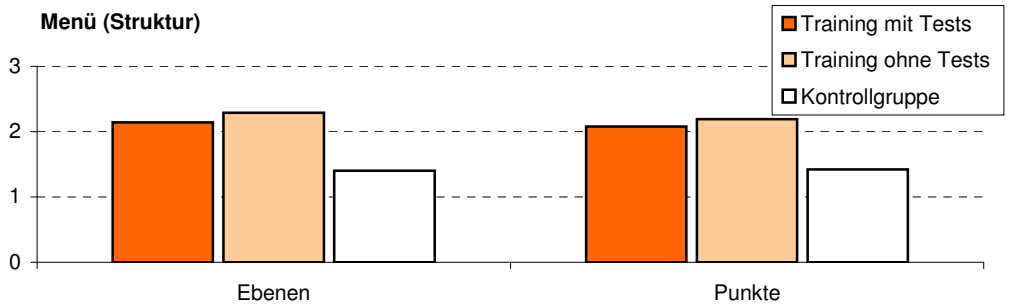

Abbildung 4.6: Vergleich der drei Gruppen im Strukturwissen

Vergleich der Leistung von Trainings- und Kontrollgruppe Um den Einfluss des integrierten Trainings in frühen Phasen zu untersuchen, wurde die Leistung der Trainingsgruppe 1 im ersten Zwischentest mit der der Kontrollgruppe verglichen. Wie aus Abbildung 4.7 ersichtlich, benötigte die Kontrollgruppe mit insgesamt 3,82 erheblich mehr Hilfestellungen als die Teilnehmer der Trainingsgruppe mit 0,89, die Unterschiede sind statistisch bedeutsam ($F(1, 12)=14{,}73$, $p<0{,}01$, $\eta^2=0{,}551$). Die Gegenüberstellung der Häufigkeit ungelöster Aufgaben ergab ebenfalls einen bedeutsamen Unterschied der beiden Gruppen, die Kontrollgruppe löste weniger Aufgaben als die Trainingsgruppe ($F(1, 12)=6{,}35$, $p<0{,}03$, $\eta^2=0{,}346$).

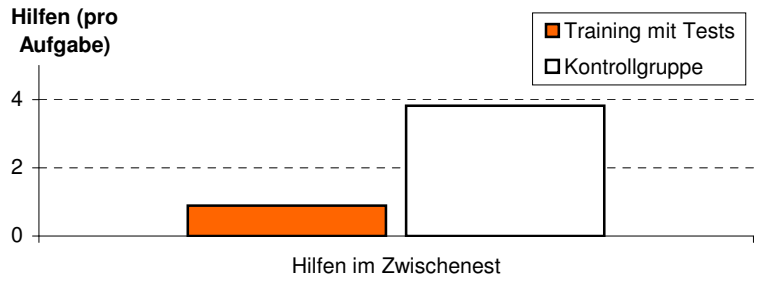

Abbildung 4.7: Vergleich der Trainings- und Kontrollgruppe in Anzahl der Hilfestellungen im Zwischentest

Abschließend wurde die Bearbeitungszeit pro korrekt gelöster Aufgabe untersucht. Es zeigte sich, dass die Trainings- im Vergleich zur Kontrollgruppe mit 128,93 (60,43) gegenüber 197,03 (160,41) Sekunden augenscheinlich schneller war (Abbildung 4.8), wobei die Unterschiede statistisch nicht bedeutsam sind ($F(1, 12)=1{,}72$, $p<0{,}21$, $\eta^2=0{,}126$).

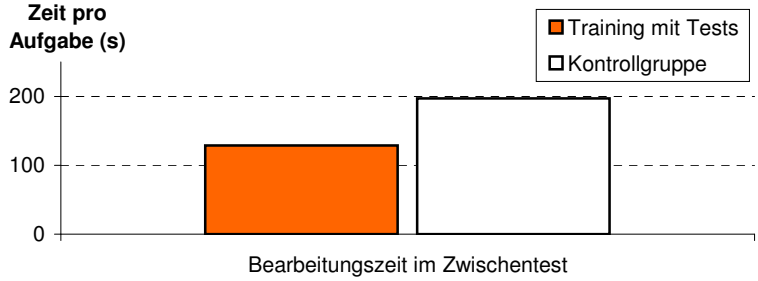

Abbildung 4.8: Vergleich der Trainings- und Kontrollgruppe in Bearbeitungszeit pro Aufgabe (in s) im Zwischentest

4.6.4 Diskussion

Die Vorstudie ergab keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Trainingsgruppen. Offenbar haben die Zwischentests keinen bedeutsamen Einfluss auf den Lernerfolg.

Die Ergebnisse sprechen für einen deutlichen Einfluss des integrierten Trainings auf den Lernerfolg, der über den Effekt der Benutzung hinausgeht. Durch das integrierte Training lernen die Teilnehmer schneller und mit erheblich weniger externer Hilfe die Benutzung des simulierten Mobiltelefons. Im Trend setzt sich der Vorteil des integrierten Trainings im Handlungs- und Strukturwissens fort.

Es zeigen sich weder hinsichtlich der Bewertung des Trainings noch hinsichtlich der Selbstwirksamkeit Unterschiede zwischen den Gruppen, was im Hinblick auf die objektiven Vorteile des integrierten Trainings gegenüber des explorativen Lernens der Kontrollgruppe verwunderlich ist. Eine Erklärung könnte sein, dass die Teilnehmer eher die Interaktion mit dem simulierten Mobiltelefon und die Betreuung durch den Versuchsleiter als das Training an sich bewerteten.

Abschließend sei kritisch angemerkt, dass es insbesondere für die unerfahrenen Teilnehmer der Kontrollgruppe besonders zu Beginn des Trainings sehr schwierig war, die ersten Aufgaben nur ansatzweise durchzuführen. Einige der Teilnehmer probierten die Gerätesimulation nicht aus, sondern baten sofort den Versuchsleiter um Hilfe. Offenbar ist besonders zu Beginn und insbesondere für unerfahrene Benutzer ein explizites Training nötig.

Kapitel 5

Untersuchung verschiedener Gestaltungsprinzipien

Die integrierte Trainingsvariante wurde nach Erkenntnissen aus der Interviewstudie und der kognitiven Aufgabenanalyse entwickelt. Der genaue Ablauf des Trainings wurde anhand der Ergebnisse einer Vorstudie festgelegt (Kapitel 3.5). In einer ersten Trainingsstudie konnte gezeigt werden, dass das entwickelte integrierte Training im Vergleich zum Lernen ohne explizites Training erfolgreicher ist, Menschen mit wenig Erfahrung die Benutzung elektronischer Geräte zu vermitteln (Kapitel 4.6). Auch hat sich herausgestellt, dass die Zwischentest, die zur Erhebung des Lernerfolgs während des Trainings eingesetzt werden, keinen bedeutsamen Beitrag zum Lernerfolg leisten.

Im Folgenden werden in einer Reihe von vergleichenden Trainingsstudien verschiedene Gestaltungsaspekte für Bedientrainings untersucht (Tabelle 5.1). In Abschnitt 2.3 wurde heraus gearbeitet, dass die Frage nach dem geeigneten Trainingsmateriel unbeantwortet ist. In einer ersten Studie wurden daher das integrierte Training mit dem üblichen Material - einer papierbasierten Anleitung - verglichen.

Ebenfalls wurde im Abschnitt 2.3 deutlich, dass ein an den individuellen Erfahrungsstand adaptierendes Training vielversprechend ist, jedoch der Effekt auf ältere Lerner bisher nicht geprüft wurde. In einer Untersuchung wurden deshalb zwei weitere Gestaltungsprinzipien untersucht: zum einen wurde der Frage nachgegangen, ob ein Training, das dem Lerner durch Rückmeldung zum Lernerfolg und Übungsbedarf besser beim Erlernen der Bedienung unterstützt als eine Variante, bei dem er ohne explizite Hinweise trainiert. Zum anderen wurde eine Trainingsvariante, bei der die Komplexität des Systems mit dem Erfahrungszuwachs mitwächst mit einer Variante verglichen, bei der dem Lerner von Anfang an der volle Funktionsumfang zur Verfügung steht.

In einer weiteren Trainingsstudie wurde statt der integrierte Trainingsvariante, bei der der Lerner in Interaktion mit dem elektronischen Gerät trainiert eine Variante untersucht, bei der er stattdessen die zu erlernenden Handlungsabläufe nur beobachtet, jedoch nicht selbst ausführt. Untersucht wurde in dieser Studie, ob der Effekt des interaktiven Trainings im Vergleich zum Beobachtungstraining interagiert mit dem Prinzip der Komplexitätsanpassung an den individuellen Erfahrungsstand.

Abschließend wird eine Nachstudie vorgestellt, in der die Nachhaltigkeit des integrierten Trainings mit dem simulierten Mobiltelefon erforscht wurde. Dafür wurden Teilnehmer einige Wochen nach dem Training zur Benutzung ihres eigenen Mobiltelefons untersucht.

Tabelle 5.1: Übersicht über die Untersuchungen

Untersuchungsaspekt	**Unabhängige Variable**	**Kapitel**
Interaktivität	Papieranleitung vs. integriertes Training	5.1
Adaption	Mit vs. ohne explizite Systemhinweise Mitwachsende Komplexität vs. Vollversion	5.2
Komplexität und Interaktivität	Mitwachsende Komplexität vs. Vollversion (bei wenig Interaktivität)	5.3
Nachhaltigkeit	Prä-Post-Vergleich Trainings- vs. Kontrollgruppe	5.4

5.1 Vergleich von Trainingsmaterialien

In einer vergleichenden Trainingsstudie wurden eine papierbasierte Bedienanleitung und eine in die Gerätesimulation integrierte interaktive Trainingsvariante verglichen (Bruder, Knoche, Mittelbach, Thüring & Wandke, 2006). Beide Versionen basieren auf dem in Kapitel 3 beschriebenen Trainingskonzept und sind inhaltlich identisch. Die Trainingsstudie wurde zusammen mit Michael Knoche durchgeführt, der im Rahmen der vorliegenden Arbeit seine Diplomarbeit anfertigte (Knoche, 2007).

5.1.1 Hintergrund

Es soll der Frage nachgegangen werden, welche der beiden Trainingsmaterialien besser geeignet ist, älteren Menschen die Bedienung elektronischer Geräte zu vermitteln.

Die integrierte Variante bietet im Vergleich zur textbasierten Anleitung einige Vorteile insbesondere für das Training älterer Menschen:

- Vermeidung von Medienwechsel,
- Möglichkeit von direktem Feedback,
- Aufforderung zu aktivem Üben und
- Mulitmedialität (auditiv-visuell).

Da der Wechsel der Aufmerksamkeit zwischen mehreren Informationsquellen insbesondere für ältere Benutzer zu einer erhöhten Belastung der mentalen Ressourcen führt (Fisk et al., 2004), bietet eine integrierte Lernunterstützung den Vorteil, ohne Medienwechsel direkt am Gerät zu lernen und zu üben. Sweller (1999) konnte in einer Vielzahl von Studien den Vorteil integriertn gegenüber verteilten Instruktionsmaterials zeigen. Weiterhin profitieren besonders ältere Lerner von kontextabhängigen Rückmeldungen zum Erfolg oder Misserfolg ihres Handelns (Fisk et al., 2004), die nur bei einem integrierten Training möglich sind. Außerdem profitieren Lernende von multimedialen Trainings, bei denen die Informationen bzw. Anleitungen gleichzeitig auditiv und visuell dargeboten werden (R. E. Mayer, 2001; Ogozalek, 1994). Eine interaktive Lernunterstützung ermöglicht schließlich

aktives Lernen, was den Lernerfolg fördert (Kelley & Charness, 1995; Fisk et al., 2004).

Allerdings sind auch mit der papierbasierten Bedienanleitung einige Vorteile verbunden, die die interaktive Variante nicht aufweist:

- Vertrautheit des Materials,
- Permanente Verfügbarkeit der Informationen,
- Möglichkeit für Notizen und
- Platz für zusammenhängende Informationen.

Bedienanleitungen sind das vertrautere der beiden Lernmaterialien; insbesondere zu Beginn des Trainings könnte sich das vorteilhaft auf das Lernen mit Bedienanleitung auswirken. Zudem sind die Informationen in der Bedienanleitung permanent verfügbar, dadurch können die Informationen im Gesamtüberblick wahrgenommen werden, was zur besseren Orientierung führen kann (Fisk et al., 2004). Außerdem wird noch stärker die lernerzentrierte Informationsaufnahme gefördert, was eine wichtige Forderung für das Training älterer Menschen ist (Fisk et al., 2004). Eine Bedienanleitung ermöglicht im Gegensatz zur integrierten Variante die Möglichkeit eigene Notizen zu machen und somit die Anleitungen zu individualisieren. Schließlich steht mehr Platz zur Verfügung, um zusammenhängende Texte und Abbildungen darzustellen.

In Studien konnte gezeigt werden, dass die aktive Auseinandersetzung mit den Lerninhalten von großer Bedeutung für erfolgreiches Lernen ist (Düker & Tausch, 1957; Niegemann et al., 2004; Sweller & Chandler, 1994). Daher kann angenommen werden, dass die Bedienanleitung, sofern sie zum Probieren bzw. Üben der vermittelten Handlungen anregt, einer integrierten Variante in ihren Auswirkungen auf die Lernleistung gleichwertig sein sollte.

Nur wenige Studien zeigen große Unterschiede zwischen verschiedenen Lernmaterialien (Fisk et al., 2004) und selten werden signifikante Interaktionen zwischen Alter und Lernmaterial berichtet (Kelley & Charness, 1995). Einige vergleichende Studien weisen die Überlegenheit einer integrierten multimedialen gegenüber einer textbasierten Variante bei älteren Lernern nach (Ogozalek, 1994; Lin & Hsieh, 2006; Rogers et al., 1996). Dagegen deuten die Befunde von Morrell et al. (2000) auf eine Überlegenheit eines papierbasierten Manuals gegenüber eines multimedialen Trainings hin.

Die Forschungshypothese lautet, dass ein integriertes Training im Vergleich zum Lernen mit Bedienanleitung zu einer Reduktion des Trainingsaufwands führt. Bezogen auf den Lernerfolg werden Unterschiede zwischen den Trainingsvarianten erwartet, wobei keine Annahmen zur Richtung gemacht werden.

5.1.2 Methode

Die papierbasierte Bedienanleitung ist inhaltlich identisch zur integrierten Lernunterstützung, wobei die Gestaltung anhand von Empfehlungen für die Gestaltung textbasierter In-

struktionen angepasst wurde (Niegemann et al., 2004). Das verwendete Material beinhaltet für jede Lektion den Einführungstext sowie die handlungsorientierte Bedienanleitung der jeweiligen Funktion, wobei jeder Handlungsschritt durch Screenshots des Displays des (simulierten) Mobiltelefons verdeutlicht wird (Abbildung 5.1). Die Bedienung kann parallel an der Gerätesimulation geübt werden. Am Ende jeder Lektion werden Übungsaufgaben angeboten.

Wie bereits in Abschnitt 3.3 beschrieben, erscheint beim integrierten Training der Einführungstext im Display des (simulierten) Mobiltelefons. Die anschließende schrittweise Erklärung der Handlungsschritte erfolgt auditiv, für jeden Handlungsschritt wurde ein kurzer Anleitungstext von einem stimmtrainierten Sprecher eingesprochen. Nachdem der Lernende den Handlungsschritt am simulierten Mobiltelefon ausgeführt hat, erfolgt die auditive Ausgabe des nächsten Handlungsschritts. Anschließend werden Übungsaufgaben angeboten, die selbständig durchgeführt werden können (Abbildung 5.1).

Abbildung 5.1: Auszug aus der Bedienanleitung und dem integrierten Training

Beide Varianten wurden mit dem in Kapitel 4 beschriebenen Untersuchungsansatz verglichen. Die Teilnehmer wurden durch Aushänge und durch einen Zeitungsartikel in einer Lokalzeitung gewonnen, in denen ein Training für Menschen ohne oder mit wenig Erfahrung im Umgang mit Mobiltelefonen angeboten wurde. Das Training fand an der TU Berlin oder in Senioreneinrichtungen statt und den Teilnehmern wurde keine Aufwandsentschädigung bezahlt. Die Stichprobe bestand aus 52 Personen von denen 49 in die Auswertung eingegangen sind. Die anderen drei Teilnehmer haben das Training nicht vollständig durchgeführt und gingen daher nicht in die Analyse ein. Die Stichprobe besteht aus zwölf Männern und 37 Frauen. Das Alter der Teilnehmer reicht von 50 bis 77 mit einem Durchschnitt von 65,5 Jahren. Von den Versuchsteilnehmern haben zwölf einen Hochschulabschluss, zwei einen Realschulabschluss und 34 einen Volksschul- bzw. Hauptschulabschluss.

Die Versuchsteilnehmer wurden bezüglich ihres Alters und ihrer Vorerfahrung parallelisiert und gleichmäßig auf die beiden Trainingsbedingungen verteilt. Es wurde ein Vorerfahrungsscore ermittelt, dessen Wert zwischen Null und 15 liegen konnte. Die Versuchsteilnehmer hatten Werte von drei bis zwölf mit einem Mittelwert von 8,5 und einem Median von 7,0.

Der Vergleich der Materialgruppen hinsichtlich der Kontrollvariablen Alter, Erfahrungsscore, Schulabschluss, Kontrollerleben im Umgang mit Technik, erlebter Anstrengung sowie Häufigkeit der Handy- und Computernutzung ergab einen signifikanten Unterschied der beiden Gruppen im Schulabschlusses ($F(1, 47)=10{,}83$, $p=0{,}002$, $\eta^2=0{,}171$); die Teilnehmer, die mit der papierbasierten Bedienanleitung trainierten, hatten einen höheren Schulabschluss als die der integrierten Gruppe (Anhang B.1).

5.1.3 Ergebnisse

Es werden die statistischen Kennwerte signfikanter Ergebnisse berichtet, ein detaillierter Überblick aller Ergebnisse befindet sich in Anhang B.1. Beide Gruppen bewerteten das Training als gut und schätzten ihre Selbstwirksamkeit als hoch ein; die Gruppenunterschiede sind nicht signifikant.

Trainingsaufwand Beide Gruppen trainierten durchschnittlich 89 Minuten. Am Ende jeder Lektion hatten die Teilnehmer die Möglichkeit, Übungsaufgaben durchzuführen. Die integrierte Gruppe bearbeitete 5,33 und die papierbasierte Gruppe 8,64 Übungen (Abbildung 5.2). Die Unterschiede zwischen den Gruppen sind statistisch nicht bedeutsam.

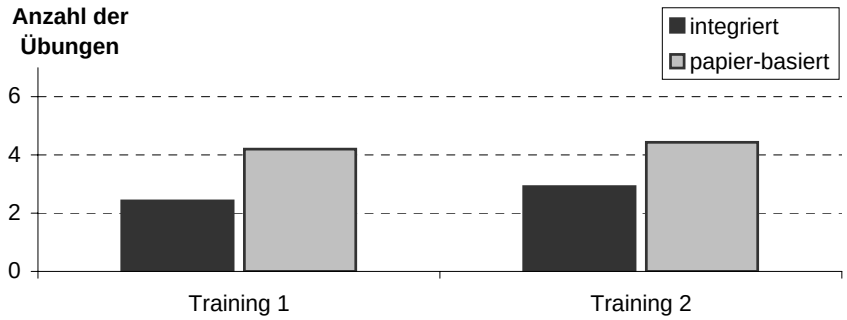

Abbildung 5.2: Anzahl selbständiger Übungen während des Trainings

Die erlebte Anstrengung wurde vor, während und nach dem Training mittels der SEA-Skala erhoben. Die Teilnehmer bewerteten das Training als wenig bis mittelmäßig anstrengend (Abbildung 5.3). Die Unterschiede zwischen den beiden Trainingsgruppen sind gering und nicht statistisch bedeutsam.

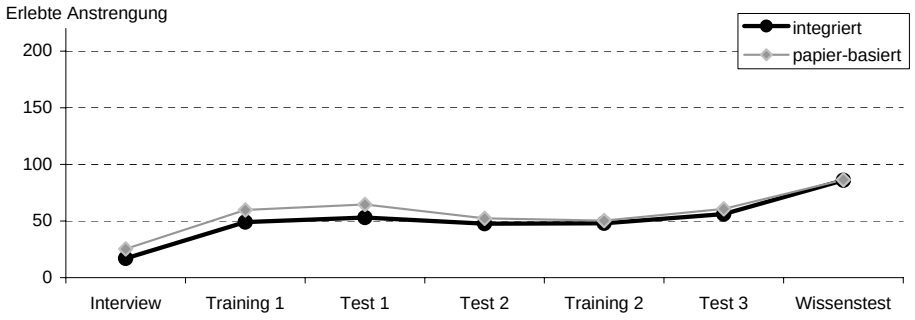

Abbildung 5.3: Erlebte Anstrengung vor, während und nach dem Training (SEA-Skala)

Trainingseffekt Um die Leistung in der Bedienung des simulierten Mobiltelefons zu messen, wurden die Anzahl der Tastendrücke, die Bearbeitungszeit und die Anzahl der benötigten Hilfestellungen verglichen. Beide Gruppen benötigten im Abschlusstest weniger Hilfe ($F(2,45)=4.11$, $p<0.05$, $\eta^2=0{,}084$), erledigten die Aufgaben signifikant schneller ($F(2,46)=9.11$, $p<0.001$, $\eta^2=0{,}193$) und mit weniger Tastendrücken ($F(2,46)=8.73$, $p<0.001$, $\eta^2=0{,}199$) als die Aufgaben in den Zwischentests. Die Gruppen unterscheiden sich nicht signifikant in den drei Parametern.

In einem zweiten Analyseschritt wurden die Transferaufgaben und trainierten Aufgaben des Abschlusstests separat ausgewertet. Sowohl für die Transfer- als auch für die bekannten Aufgaben ergaben sich in den drei Parametern keine signifikanten Unterschiede. Beide Gruppen benötigten bei den Aufgaben, deren Bearbeitung trainiert wurde mit 0,19 bzw. 0,17 sehr wenige Hilfestellungen pro Aufgabe. Abbildung 5.4 veranschaulicht die Befunde zu den Tastendrücken beider Gruppen im Abschlusstest. Die eingezeichnete Linie kennzeichnet die Anzahl der mindestens benötigten Tastendrücke für die Erfüllung der Aufgaben. Bei den Aufgaben ohne Transfer benötigten die Teilnehmer im Abschlusstest nur noch sieben Tastendrücke mehr als mindestens nötig.

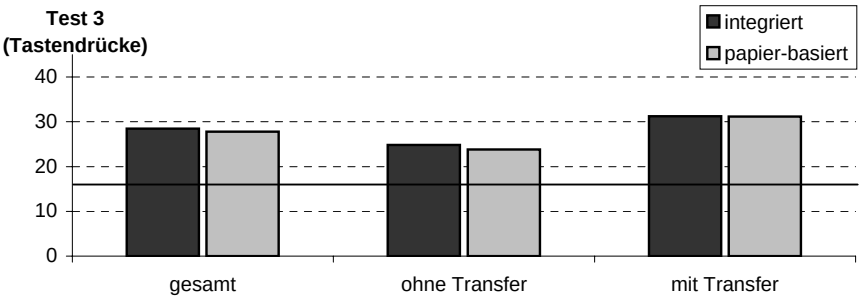

Abbildung 5.4: Vergleich der Trainingsgruppen hinsichtlich der Anzahl der Tastendrücke im Abschlusstest

Hinsichtlich des Begriffs- und Funktionswissens wurde die relative Häufigkeit richtiger Antworten beim Lückentext ausgewertet. Die integrierte Gruppe beantwortete 66,29 Prozent richtig, die papierbasierte Gruppe 64,73 Prozent; der Unterschied zwischen den Gruppen ist nicht statistisch bedeutsam. Das Handlungswissen wurde über den Anteil korrekt re-

produzierter Handlungsschritte bei drei Sequenzlegeaufgaben ermittelt. Die Teilnehmer der integrierten Gruppe erinnerten sich an 86,11 Prozent und die der papierbasierten Gruppe 85,11 Prozent der Handlungsschritte richtig; die Unterschiede sind nicht signifikant.

Das Strukturwissens wurde ermittelt, indem die von den Teilnehmern produzierten Struktur hinsichtlich Anzahl gelegter Menüebenen und die Güte auf einer Skala von 0 (keine Struktur) bis 3 (korrekte Struktur) bewertet. Die integrierte legte 1,96 und die papierbasierte Gruppe 1,80 Ebenen. Die Güte der produzierten Menüstruktur erreichte einen Wert von 1,96 bei der integrierten und 1,56 bei der papierbasierten Gruppe. Die Gruppen unterscheiden sich in den gelegten Ebenen ($F(1, 46)=2{,}84$, $p=0{,}01$, $\eta^2=0{,}058$) und der Güte ($F(1, 46)=6{,}75$, $p<0{,}01$, $\eta^2=0{,}128$) signifikant (Abbildung 5.5). Durch die konfundierte Variable „Schulabschluss“ kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass diese Gruppenunterschiede durch Unterschiede im Schulabschluss der Gruppen bedingt ist.

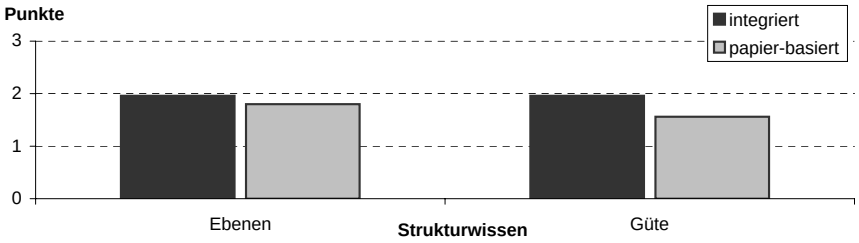

Abbildung 5.5: Strukturwissen der Trainingsgruppen nach dem Training

5.1.4 Diskussion

Die Ergebnisse zeigen keine signifikanten Unterschiede im Trainingsaufwand und im Lernerfolg zwischen dem Training mit Bedienanleitung und dem integrierten Training. Ein Grund könnte sein, dass beide Trainingsvarianten auf demselben gut entwickelten Basiskonzept und Trainingsmaterial aufbauen. Diese Schlussfolgerung wird durch die Tatsache gestützt, dass beide Varianten zu einem sehr guten Lernerfolg führen und von den Trainierenden sehr positiv bewertet werden. Die meisten Teilnehmer stimmen der Aussage zu, dass ein solches Training unbedingt angeboten werden sollte. Clark (1994) vertritt in diesem Zusammenhang die Position, dass die Instruktionsmethode entscheidend für den Lernerfolg ist, die Präsentationsweise dagegen lediglich das Transportmittel ist, das allenfalls den Komfort oder den Aufwand beeinflusst (vgl. Koumi, 1994).

Außerdem traten im Abschlusstest Deckeneffekte auf, d.h. hinsichtlich der Anzahl der Tastendrücke und der benötigten Hilfestellungen bearbeiteten die Teilnehmer die Aufgaben im Abschlusstests nahezu fehlerlos. Ein Vergleich der beobachteten mit der Anzahl minimal nötiger Tastendrücke im Abschlusstest zeigt, dass fast alle Teilnehmer nach dem Training das simulierte Mobiltelefon erfolgreich benutzen können. Ergänzend ist anzumerken, dass durch die konfundierte Variable „Schulabschluss“ mögliche Unterschiede nicht nachgewiesen werden konnten. Für die folgenden Trainingsstudien wurde daher darauf geachtet, die Gruppen hinsichtlich des Schulabschlusses relativ ähnlich zusammenzusetzen.

Weiterhin ist auffallend, dass die Teilnehmer insbesondere bei der integrierten Variante sehr wenig übten. Ein Grund könnte sein, dass bei der integrierten Variante durch das geführte Üben der größtenteils berechtigte Eindruck entsteht, die Inhalte verstanden und verinnerlicht zu haben. Die Äußerungen der Teilnehmer bekräftigen diese Vermutung. So meinte eine Teilnehmerin nach dem Training: „Das war mir bei der Stimme alles so einleuchtend, dass ich gar nicht mehr geübt habe."

Abschließend wurde während des Trainings beobachtet, dass Fehler zu Beginn des Trainings, z. B. das Abkommen vom korrekten Bedienweg sich nachhaltig auf die Selbstsicherheit und Performanz in den nachfolgenden Lektionen auswirkten. So sagten einige Teilnehmer, dass sie danach stark verunsichert waren. Diese Beobachtung legt den Schluss nahe, dass zu Beginn des Trainings die Schwelle gering gestaltet werden sollte, so dass möglichst wenig Fehler auftreten können und der Lernende wenig Misserfolge erlebt.

Zusammenfassend kann geschlussfolgert werden, dass ein integriertes Training hinsichtlich des Trainingseffekts einer papierbasierten Instruktion kaum überlegen ist. Ein Befund zeigt jedoch zumindest im Trend einen Vorteil des integrierten Trainings auf: Die Teilnehmer benötigten weniger Übungen, um den gleichen Lernerfolg zu erzielen. Auch sprechen praktische Erwägungen für ein integriertes Training: Befunde zeigen, dass Bedienanleitungen selten und ungern gelesen werden (Totzke et al., 2004). Eine papierbasierte Instruktion würde somit auch im Kontext des selbstgesteuerten Lernens wahrscheinlich wenig motivieren und daher weniger zur Benutzung anregen. Außerdem nützt einem die Bedienanleitung unterwegs nichts, wenn sie zu Hause liegt.

5.2 Gestaltungsprinzipien zur Anpassung des Trainings an den Lerner

Wie bereits in Kapitel 2 erläutert, unterscheiden sich ältere Menschen beachtlich in ihrem Vorwissen und in ihren individuellen Lernvoraussetzungen (Fisk et al., 2004; Czaja et al., 2006). Daher bietet es sich an, das integrierte Training so zu gestalten, dass es aus Informationen über den Lerner und sein aktuelles Verhalten Rückschlüsse für die Anpassung des Instruktionsgeschehens zieht (Leutner, 1992). Durch Anpassung technischer Systeme an den Nutzer können die individuellen Voraussetzungen einer breiten Benutzergruppe adressiert werden (Stephanidis, 2001). Um ältere Menschen mit wenig Erfahrung im Umgang mit elektronischen Geräten beim Lernen zu unterstützen, bietet es sich an, die unterschiedlichen individuellen Voraussetzungen durch eine flexible Gestaltung des integrierten Trainings zu berücksichtigen.

Die Gestaltung flexibler Trainingssysteme stellt jedoch eine nicht zu unterschätzende Herausforderung dar. Wie bereits in Abschnitt 2.1.4 kurz thematisiert, wird zwischen Adaptierbarkeit und Adaptivität unterschieden, wobei adaptive Systeme sich automatisch an den Nutzer anpassen, adaptierbare dagegen dem Nutzer die Möglichkeit bieten, das System an ihre Bedürfnisse anzupassen. Adaptive Systeme können einerseits durch Vorschläge den Benutzer unterstützen oder automatische Änderungen vornehmen (Oppermann, 1994). Dieterich, Malinowski, Kuhme und Schneider-Hufschmidt (1993) differenziert , auf welche Phase des Interaktionsgeschehens sich die Anpassung bezieht. So wird zwischen Adaptivität hinsichtlich der Initiative, der Handlungsalternativen, der Entscheidung und

der Ausführung unterschieden.

Norcio und Standley (1989) sehen ein Potential adaptiver Gestaltung insbesondere für unerfahrene Benutzer, da die Komplexität des Systems an den Nutzer angepasst werden kann und die Ressourcen von Nutzern und Technik besser genutzt werden. So entlastet eine adaptive Gestaltung den Benutzer, was insbesondere für unerfahrene wirkungsvoll ist. Jedoch wird der Benutzer durch das adaptive System teilweise entmündigt, was zur Wahrnehmung von Kontrollverlust führen kann. Weitere kritische Auswirkungen adaptiver Benutzungsschnittstellen sind Intransparenz des Systemverhaltens und Ablenkung durch unnötige Unterbrechungen. Eine Herausforderung wird es außerdem sein, das für die Anpassung nötige Nutzermodell zu entwickeln (Norcio & Standley, 1989). Weiterhin zeigen Befunde (Oppermann, 1994; Kossakowski, 1989), dass Benutzer ohne Unterstützung durch das System ihre teilweise inadäquaten Bedienwege beibehalten und daher kein Interaktionswissen dazu gewinnen.

Um die integrierte Trainingskomponente flexibel zu gestalten, ist Wissen über den Nutzer, die zu beherrschende Aufgabe und das elektronische Gerät nötig. Specht und Oppermann (1998) unterscheiden bei ihrer adaptiven Trainingsumgebung (ACE) zwischen dem Lernermodell (Wissen über den Lerner), dem Domainmodell (zu vermittelnde Wissensstruktur), dem pädagogischen Modell (Wissensdiagnose und Lernstrategie) und der Präsentation (User Interface der Lernumgebung). Im vorliegenden Fall existiert bereits das Domainmodell, welches im Rahmen der kognitiven Aufgabenanalyse entwickelt wurde. Ebenso wurde das pädagogische Modell bereits im Kapitel 2.1 ausführlich dargestellt. Da die vorliegende Arbeit auf die Anpassung an die Lernvoraussetzungen abzielt, muss im Nutzermodell geklärt werden, welche Parameter herangezogen werden müssen, um den Unterstützungsbedarf bzw. Erfahrungszuwachs des Lernenden zu diagnostizieren.

In der vorliegenden Untersuchung wird der Frage nachgegangen, wie sich die Anpassung des Trainingssystems an den individuellen Erfahrungsstand auf den Lernerfolg auswirkt. In Untersuchungen mit unerfahrenen und älteren Benutzern werden oft Parameter wie Fehler, Abweichungen vom kürzesten Bedienweg, Neustarts vom Hauptmenüpunkt und Bearbeitungszeiten herangezogen (Freundenthal, 2001; Ziefle & Bay, 2005; Ziefle, 2002). Hinsichtlich erfassbarer Parameter für adaptive Systeme unterscheidet Brusilovsky (2001) zwischen direkten Erfolgsparametern (wie Bearbeitungszeiten und Hilfen) und nicht-inhaltlichen Daten der Mensch-Technik-Interaktion (wie Suchverhalten, Mimik und Stimme). Nach (Stephanidis, 2001) kann zwischen statischen Nutzereigenschaften, wie Sprache, Alter, physische Voraussetzungen und veränderliche Eigenschaften, wie Vertrautheit mit dem Lernmaterial bzw. Lernmedium, Ziel des Nutzers und Erfolgsparametern unterschieden werden. Daher wird eine weitere Fragestellung sein, welche direkten Erfolgsparameter herangezogen werden können, um den aktuellen Erfahrungsstand des Lernenden zu diagnostizieren.

Flexible Trainingssysteme unterscheiden sich darin, auf welche Aspekte des Trainingssystems sich die Anpassung bezieht. Nach Gradl (2005) können folgende Aspekte flexibel gestaltet werden: Umfang und Sequenz der Instruktion (a), Bearbeitungszeit (b), Systemhinweise zum Lernprozess (c), Wiederholung von Lerneinheiten (d) und Anpassung der

Lerninhalte an individuelle Lernvoraussetzungen (e). Wie sich eine Anpassung von Umfang und Sequenz der Instruktionen auf den Lernerfolg auswirkt (a), wird in der Studie nicht untersucht, da der in Kapitel 3 entwickelte Aufbau und Umfang des Trainings beibehalten wird. Wie bereits erläutert, bietet sich eine Anpassung der Bearbeitungszeit (b) im vorliegenden Fall nicht an, da beim Training älterer Menschen auf Zeitdruck verzichtet werden sollte (Fisk et al., 2004). Wie bereits in Abschnitt 2.3 geschlussfolgert, sind folgende Aspekte flexibler Gestaltung von Trainingssystemen für ältere Menschen erfolgversprechend: Anpassung der Komplexität des Trainings an die Erfahrung des Lerners (e) und Unterstützung des Lerners während des Trainings durch Systemhinweise zum Lernerfolg (c und d).

In der folgenden Trainingsstudie wird drei Fragestellungen nachgegangen:

1. Wie wirkt sich die Anpassung der Komplexität von Lerninhalten auf den Trainingserfolg aus?

2. Welchen Effekt hat die Unterstützung des Lerners durch explizite Systemhinweise auf den Trainingserfolg?

3. Welche Erfolgsparameter sind geeignet, um den Erfahrungszuwachs des Trainierenden zu diagnostizieren?

5.2.1 Anpassung der Komplexität

Nilsen et al. (1993) kommen zu dem Schluss, dass Menschen versuchen, eine Aufgabe zuerst gut zu meistern, bevor sie zu einer komplexen Aufgabe übergehen. McGrenere (1998) schlussfolgert daraus „that users prefer to feel like an expert in a functionality subset rather than a novice in the total functionality“ (S. 6).

Dies trifft insbesondere auf ältere Menschen zu, die wenig Erfahrung in der Benutzung elektronischer Geräte haben. So fühlen sich ältere Benutzer weniger selbstsicher im Umgang mit elektronischen Geräten (Marquie et al., 2002). Für die Benutzung von Computern zeigten Baldi (1997) und Reed et al. (2005), dass die Selbstsicherheit bei älteren Benutzer den Umgang mit Computern beeinflusst. Je komplexer ein elektronisches Gerät ist, desto größer ist der Leistungsunterschied zwischen jüngeren und älteren Benutzern (Ziefle & Bay, 2005). Daher wäre eine Trainingskomponente vorteilhaft, die die Berührungsschwelle zu Beginn niedrig hält, so dass unerfahrene Benutzer die Aufgabe erfolgreich meistern können. Wird sie darüber hinaus an das jeweils unterschiedlich wachsende Wissen des einzelnen Benutzers angepasst, so ist nutzerzentriertes Lernen möglich. Carroll und Carrithers (1984) als auch McGrenere (2002) und Bannert (2000) entwickelten *training-wheel systems* (Stützräder-Systeme), um die Komplexität der Benutzungsschnittstelle an die Erfahrung des Benutzers im Umgang mit dem elektronischen Gerät anzupassen.

Zu Beginn werden nur Basisfunktionen aktiviert, zusätzliche Funktionen dagegen deaktiviert. Mit wachsender Erfahrung des Benutzers werden deaktivierte Funktionen hinzugenommen, so dass sich die Komplexität der Benutzungsschnittstelle adäquat zur Erfahrung des Benutzers entwickelt. Im Vergleich zur Vollversion bewältigen unerfahrene Nutzer so

schneller und mit weniger Fehlern ihre Aufgaben (McGrenere & Moore, 2000; Catrambone & Carroll, 1987; Carroll & Carrithers, 1984), zeigen eine bessere Repräsentation des erworbenen (McGrenere & Moore, 2000; Carroll & Carrithers, 1984). So konnten Franzke und Rieman (1993) zeigen, dass eine frühere Version eines Software-Programms ein guter Trainer für eine spätere Version ist. Ein weiterer Befund war, dass die Anzahl der Interfaceobjekte die Lernzeit beeinflusst.

Die Anpassung des Funktionsumfangs kann entweder durch den Nutzer (adaptierbar) oder automatisch durch das System (adaptiv) initiiert sein. Oppermann, Rashev und Kinshuk (1997) empfehlen, dass bei unerfahrenen Lernern eine automatische Anpassung durch das die erste Wahl sei, denn unerfahrenen Lernern fehlt das Wissen, welcher Grad an Komplexität angemessen wäre. Auch Benyon und Murray (1993) weisen darauf hin, dass bei Adaptierbarkeit von einem quasi-erfahrenen Nutzer ausgegangen wird, der in der Lage sein muss, ein System an seine Bedürfnisse anzupassen. Dies führt jedoch zu einer Erhöhung der Schwelle, die es gerade zu reduzieren gilt. Daher wird die Anpassung der Komplexität im vorliegenden Fall adaptiv realisiert. Kossakowski (1989) konnte für das Erlernen eines interaktiven Systems zeigen, dass Benutzer mit einem adaptiven System erfolgreicher lernen als mit einem adaptierbaren. Jedoch ist zu überprüfen, ob eine automatische Anpassung den Lerner verwirrt. Wie eingangs bereits angesprochen, besteht die Gefahr darin, dass die Benutzungsschnittstelle durch automatische Erweiterung des Funktionsumfangs inkonsistent wird. Die Schwierigkeit besteht nun darin, einerseits eine effektive Anpassung vorzunehmen, gleichzeitig jedoch die Lerner nicht zu frustrieren und den Kontrollverlust zu minimieren (Benyon & Murray, 1993).

In der folgenden Trainingsstudie wird der Frage nachgegangen, ob sich ein mitwachsendes System, welches seine Komplexität schrittweise an den wachsenden Erfahrungsstand des Lerners anpasst positiv auf Trainingsaufwand und Lernerfolg auswirkt.

5.2.2 Unterstützung durch Systemhinweise

Die kognitiven Ressourcen von Menschen, die gerade dabei sind, etwa neues zu lernen, sind oft stark durch den Erwerb des neuen Wissens gebunden. Dadurch fehlen Kapazitäten für die Einschätzung des eigenen Lernbedarfs. Die Erweiterung der integrierten Trainingskomponente durch ein Modul, das den Erfahrungszuwachs des Lerners erkennt und darauf basierend den Lernprozess unterstützt, wäre daher ein Erfolg versprechendes Prinzip (Park & Lee, 2003). S.-S. Lee und Lee (1991) und Ross und Rakow (1981) konnten in diesem Zusammenhang zeigen, dass Lerner mit wenig Vorwissen stärker von Hinweisen des Trainingssystems zum Lernfortschritt profitieren als Lerner mit viel Vorwissen.

Systeme, bei denen der Handelnde die wesentlichen Entscheidungen zum Lernprozess selbst trifft, wird der Programmkontrolle gegenüber gestellt, bei dem das Lernprogramm wesentliche Entscheidungen zum Lernprozess trifft. Aus frühen Studien zum selbstgesteuerten Lernen kann geschlussfolgert werden, dass Systeme ohne Programmkontrolle denen mit Programmkontrolle überlegen sind, da Lerner am besten ihre Wünsche kennen (Park & Tennyson, 1980; Ross, Rakow & Bush, 1980). In Studien, die das Vorwissen und die Fähigkeit zur Selbstregulation der Lerner berücksichtigen, wird jedoch deutlich, dass Pro-

grammkontrolle nur dann unterlegen ist, wenn wenig Domänewissen vorausgesetzt wird und die Fähigkeit der Lerner zur Selbstregulation hoch ist (Young, 1996; Tennyson, 1981; Li & Soh, 2003). Sind dagegen die meta-kognitiven Fertigkeiten gering ausgeprägt oder kann der Lerner auf wenig Vorwissen zurückgreifen, dann ist Programmkontrolle vorteilhaft (Tennyson, 1981; S.-S. Lee & Lee, 1991). Leutner (1992) weist darauf hin, dass Lerner nicht per se die Fähigkeit zu selbst gesteuertem Lernen besitzen. Mack, Clayton und Carroll (1983) untersuchten, wie Anfänger lernen, einen Texteditor zu bedienen. Die Befunde zeigen, dass Novizen viel Zeit mit dem Training verbringen, jedoch viele Probleme bei der Benutzung des Systems haben. Als Gründe nennen Mack et al. (1983) Frustration, Wissenslücken, falsche Interpretationen und unerlaubte Generalisierung.

McGrenere (1998) führt an, dass Programmkontrolle die Gefahr birgt, das Kontrollerleben des Lerners zu reduzieren. Statt einer vollständigen Kontrolle des Lernprozesses durch das Lernprogramm, schlägt sie daher vor, den Lerner durch explizite Systemhinweise zum Lernfortschritt und Übungsbedarf zu unterstützen. Dies hat zudem den Vorteil, dass die meta-kognitiven Fähigkeiten gefördert werden und der Lerner die Kontrolle über den Lernprozess behält. Tennyson (1981) bezeichnet diesen Ansatz als teilweise Programmkontrolle und konnte in zwei Studien zeigen, dass die Unterstützung der Selbstregulation durch teilweise Programmkontrolle besser ist als Training Lernen ohne explizite Hinweise vom System.

In der folgenden Trainingsstudie wird der Frage nachgegangen, ob sich eine teilweise Programmkontrolle im Vergleich zur einem System ohne explizite Systemhinweise positiv auf Trainingsaufwand und Trainingseffekt auswirkt.

5.2.3 Methode

Es wurden vier Trainingsvarianten entwickelt, mit denen die beiden Gestaltungsprinzipien jeweils zweifach gestuft untersucht wurden (Tabelle 5.2). Die Anpassung der Komplexität gab es in den Ausprägungen „mitwachsend“ und „Vollversion“ und die Unterstützung durch Systemhinweise in den Stufen „ohne explizite Systemhinweise“ und „Programmkontrolle durch Systemhinweise“.

Tabelle 5.2: Untersuchungsdesign der Studie

		Anpassung der Komplexität	
		nein	ja
Programmkontrolle durch Systemhinweise	nein	Vollversion ohne Systemhinweise	schrittweise Anpassung ohne Systemhinweise
	ja	Vollversion mit Systemhinweisen	schrittweise Anpassung mit Systemhinweisen

Die Vollversion entspricht der in der ersten Untersuchung verwendeten integrierten Trainingsvariante, daher sind während des gesamten Trainings alle Funktionen des simulierten Mobiltelefons verfügbar. Bei der sich anpassende Version wächst im Sinne eines *training-wheels system* die verfügbare Funktionsmenge mit der Anzahl abgeschlossener Lektionen

an (Abbildung 5.6). Dabei sind die bereits trainierten Funktionen aktiviert, alle anderen Funktionen deaktiviert. Somit ist bei der ersten Lektion nur eine Funktion aktiv, mit jeder folgenden Lektion wird eine weitere Funktion hinzugenommen. Die Anpassung erfolgt automatisch mit dem Wechsel des Benutzers von einer Lektion zur nächsten.

Die deaktivierten Funktionen sind grau hinterlegt, nicht jedoch ausgeblendet. Gegen ein vollständiges Ausblenden wurde sich entschieden, da sich dadurch die Anordnung der Menüeinträge bei jeder Adaption ändern würde, so dass die räumliche Konsistenz nicht mehr gegeben wäre. Benutzer merken sich jedoch Menüeinträge anhand ihrer räumlichen Anordnung bzw. Position in einer Liste (K. L. Norman, 1991). Zudem ist für den Erwerb von Fertigkeiten eine konsistente Informationsdarstellung Voraussetzung, da nur so Handlungsfolgen automatisiert werden können (vgl. Schneider & Shiffrin, 1977). Adaptive Menüs, die zur Inkonsistenz der räumlichen Anordnung von Informationen führen, erschweren den Aufbau der mentalen Repräsentation des jeweiligen elektronischen Gerätes (Oppermann, 1994). Zudem fanden Ziefle und Bay (2003), dass die räumliche Orientierung ein entscheidender Prädiktor für die Performanz bei der Navigation in Menüstrukturen beispielsweise von Mobiltelefonen ist. Navigiert der Nutzer zu einer deaktivierten Funktion, so wird das Feld im Display, welches zur Taste gehört, die er zur Auswahl der Funktion drücken müsste, ebenfalls grau hinterlegt. Dieses unterstreicht, dass die Auswahl der Funktion nicht möglich ist.

Abbildung 5.6: Screenshots von Lektion 1 (links), Lektion 3 (mittig) und Lektion 8 (rechts) des mitwachsenden Systems

Beim Training ohne Programmkontrolle erhält der Trainierende keine expliziten Hinweise zum Lernfortschritt bzw. Übungsbedarf, was der in der ersten Untersuchung verwendeten integrierten Trainingsvariante entspricht. Bei der Version mit Programmkontrolle erhält der Lernende nach jeder Lektion eine explizite Rückmeldung, ob er die Lektion erfolgreich absolviert hat oder eine Übung durchführen sollte (Abbildung 5.7). Die Rückmeldungen bestehen aus Feedback zum Lernerfolg und einer Empfehlung zum weiteren Vorgehen.

Die Programmkontrolle wird über den Wizard-of-Oz-Ansatz realisiert, da die Nutzermodellierung noch nicht so weit fortgeschritten ist, um die Adaptation computerbasiert zu

realisieren (Reinmann-Rothmeier & Mandl, 1998). In einem Wizard-of-Oz-Experiment interagiert der Benutzer mit einem menschlichen „Wizard“, der das Verhalten des technischen Systems simuliert (Bernsen, Dybkjær & Dybkjær, 1998), ohne dass dem Nutzer dies bewusst ist. Die Wizard-of-Oz-Technik ist eine verbreitete Methode, um die Interaktion zwischen Menschen und technischen Systemen zu untersuchen, die sich gerade noch in der Entwicklung befinden.

Die Regeln für die expliziten Rückmeldungen der Programmkontrolle entstanden durch Beobachtungen in der ersten Untersuchung und sind im Anhang A.1 dargestellt. Grundsätzlich wird im Normalfall (insbesondere bei Einführung einer neuen Komponente) der Vorschlag gemacht, ein Übungsbeispiel auszuprobieren. Wenn der Lerner die Lektion überdurchschnittlich gut absolviert hat, dann wird ihm angeboten, zur nächsten Lektion zu wechseln. Ein Lerner wird als überdurchschnittlich erfahren eingestuft wenn drei der vier folgenden Kriterien zutreffen, wobei sowohl direkte Erfolgsparameter als auch nicht-inhaltliche Indikatoren einbezogen werden:

- Er handelt richtig, auch bevor die Sprachausgabe den Handlungsschritt anweist.
- Er nimmt keine unbeabsichtigten zusätzlichen Bedienhandlungen vor.
- Er handelt sicher (d.h. ruhiger Gesichtsausdruck, entspanntes Drücken der Tasten).
- Der Versuchsleiter muss keine Hilfestellungen geben.

Abbildung 5.7: Screenshots zur Variante mit expliziten Systemhinweisen: Wechseln zur nächsten Lektion (links) und Empfehlung zum Üben (rechts)

In einem Between-Design wurden die unabhängige Variable „Funktionsumfang“ mit den zwei Stufen „mitwachsend“ und „Vollversion“ und die unabhängige Variable „Programmkontrolle durch explizite Systemhinweise“ mit den zwei Stufen „ohne Systemhinweise“

und „mit Systemhinweisen“ untersucht. Die Teilnehmer der vier Trainingsgruppen wurden hinsichtlich Alter, Schulabschluss und Erfahrung mit Mobiltelefonen und anderen elektronischen Geräten gleichmäßig auf die vier Bedingungen verteilt.

In der Trainingsstudie wurde geprüft, welche Effekte die beiden Adaptionsprinzipien auf den Trainingsaufwand und Trainingseffekt haben. Folgende Hypothesen werden für das Training mit mitwachsendem Funktionsumfang gemacht:

1. Der Trainingsaufwand wird beim Training mit wachsendem Funktionsumfang geringer sein als beim Training mit Vollversion, da durch das Blockieren von Funktionen weniger Fehler auftreten, was zu einer Reduktion des Aufwands zur Behebung dieser Fehler führt.

2. Der Trainingseffekt sollte bei einem Training mit wachsendem Funktionsumfang größer sein, da die visuelle Strukturierung der Informationen und das Verhindern von Fehlern den Aufbau der mentalen Repräsentation unterstützt.

3. Das mitwachsende Training wirkt sich positiv auf die Selbstwirksamkeit aus, da der Nutzer weniger durch Fehler frustriert wird.

Für den Effekt von Programmkontrolle durch explizite Hinweise werden folgende Hypothesen angenommen:

1. Auf den Trainingsaufwand wird das Training mit Programmkontrolle einen reduzierenden Effekt haben. Durch die Rückmeldungen zum Lernfortschritt und Übungsbedarf wird der Lerner beim Training unterstützt, was zu einer Verringerung des kognitiven Aufwands führt.

2. Der Trainingseffekt sollte unter Programmkontrolle höher sein als beim Training ohne explizite Systemhinweise. Durch die Rückmeldungen zum Übungsbedarf werden einerseits kognitive Ressourcen für den Erwerb des Funktionswissens frei. Außerdem unterstützen die Rückmeldungen den Lernenden dabei, den eigenen Übungsbedarf besser einzuschätzen.

3. Die Programmkontrolle wirkt sich positiv auf die Selbstwirksamkeit aus, da die Rückmeldungen zum Lernfortschritt positiv auf das Erfolgserleben wirken.

Es wurde außerdem geprüft, ob es Interaktionseffekte zwischen den beiden untersuchten Gestaltungsprinzipien gibt. Von der Interaktion der beiden Faktoren hängt es ab, ob beide Faktoren auch kombiniert umgesetzt werden können. Würden sich die beiden Faktoren positiv auf den Lernerfolg auswirken und in ihrer Wirkung verstärken, dann wäre ein kombinierter Einsatz empfehlenswert. Dagegen könnte es auch sein, dass sich beide Faktoren in ihrer Wirkung behindern, so dass von einem kombinierten Einsatz abzuraten ist. Aus der Literatur sind keine Annahmen über eine mögliche Interaktion der beiden Faktoren ableitbar, so dass davon ausgegangen wird, dass es keine Interaktion gibt.

Abschließend stellte sich die Frage, welche Zusammenhänge zwischen dem Lernerfolg und einzelnen Parametern des Trainingsverlaufs bestehen. Eine Adaption des Systemverhaltens an den jeweiligen Benutzer setzt voraus, dass vom Verhalten des Lerners während

des Trainings auf den Lernerfolg geschlossen werden kann. Aber welche Parameter des Trainingsverlaufs lassen sich aus den Logdaten ableiten und sind gute Indikatoren für den Lernerfolg? Aus Beobachtungen der Teilnehmer der ersten Untersuchung ergab sich eine Reihe möglicher Parameter, deren prognostischer Wert in dieser Untersuchung geprüft werden sollte. Es wurden daher folgende Parameter ausgewertet: Trainingsdauer, Zurück-Operationen, Operationen zur Bestätigung von Aktionen und Operationen zur Navigation im Hauptmenü.

Die Stichprobe bestand aus 48 Personen (17 Männer und 31 Frauen). Die Teilnehmer wurden über eine Zeitungsannonce, Aushänge und Vorträge in Seniorenzentren akquiriert, in denen ein Training für Menschen ohne oder mit wenig Erfahrung im Umgang mit Mobiltelefonen angeboten wurde. Das Training fand an der TU Berlin oder in Senioreneinrichtungen statt und den Teilnehmern wurde keine Aufwandsentschädigung bezahlt. Das Alter der Teilnehmer reicht von 54 bis 77 mit einem Durchschnitt von 66,13 Jahre. Von den Versuchsteilnehmern haben 13 einen Hochschulabschluss, 16 einen Realschulabschluss und 12 haben die Volks- oder Hauptschule absolviert oder keinen Abschluss (sieben Teilnehmern haben keine bzw. mehrdeutige Angaben gemacht). Es wurde ein Vorerfahrungsscore ermittelt, dessen Wert zwischen Null und 15 liegen konnte. Die Versuchsteilnehmer hatten Werte von 1 bis 13 mit einem Mittelwert von 7,48.

Beide Varianten wurden mit dem in Kapitel 4 beschriebenen Untersuchungsansatz verglichen. Die Teilnehmer aller vier Trainingsgruppen lernten in 27 Lektionen die Bedienung des simulierten Mobiltelefons. Die Lektionen reichten von einfachen Aufgaben wie „einen Anruf tätigen“ bis zu komplexeren wie „einen neuen Eintrag im Telefonbuch erstellen“. Die vier Trainingsgruppen unterscheiden sich nicht signifikant in den Kontrollvariablen Alter, Erfahrungsscore, Schulabschluss, Kontrollerleben im Umgang mit Technik, erlebter Anstrengung und Häufigkeit der Handy- und Computernutzung (siehe Anhang B.2).

5.2.4 Ergebnisse

Die vier Trainingsgruppen bewerteten das Training mit gut, die Unterschiede zwischen den Gruppen sind nicht signifikant. Die Selbstwirksamkeit wurde ebenfalls als gut eingeschätzt, wobei das Training mit Systemhinweisen mit einem signifikant geringeren Selbstwirksamkeit einhergeht als das Training ohne explizite Systemhinweise ($F(1, 44)=6{,}10$, $p<0{,}05$, $\eta^2=0{,}122$). Sowohl für die Selbstwirksamkeit als auch für die Bewertung des Trainings ergaben sich keine bedeutsamen Interaktionen oder Effekte des Hauptfaktors „Funktionsumfang“ (Abbildung 5.8). Ein detaillierter Überblick zu den statistischen Kennwerten befindet sich in Anhang B.2.

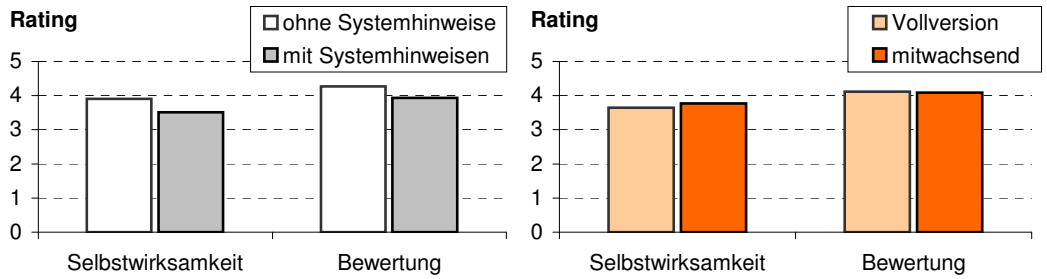

Abbildung 5.8: Bewertung und Selbstwirksamkeit nach dem Training für die Faktoren „Funktionsumfang“ und „Systemhinweise“ (n=47)

Da die „Programmkontrolle“ als Vorschlag realisiert war, konnten die Teilnehmer entscheiden, ob sie dem Vorschlag folgen oder nicht. Die Kreuztabelle (Tabelle 5.3) gibt einen Überblick über die beobachteten Häufigkeiten. Die Vorschläge zur Übung wurden zu 90,91 Prozent befolgt und in 4,25 Prozent der Fälle übten die Teilnehmer, obwohl der Vorschlag gegeben wurde, zur nächsten Lektion zu wechseln. Die Korrelationen (Pearson) zwischen Vorschlag und beobachtetem Verhalten sind mit $r = 0{,}97$ signifikant ($p < 0{,}001$), somit richteten sich die Teilnehmer zumeist nach den Vorschlägen.

Tabelle 5.3: Kreuztabelle zum Zusammenhang zwischen Vorschlägen der „Programmkontrolle“ und den Entscheidungen der Teilnehmer

		geübt?		
		ja	nein	Summe
Vorschlag	üben	140	17	157
	nächste Lektion	14	383	397
	Summe	154	400	554

Trainingsaufwand Die Zeit, die der Teilnehmer mit dem Training verbrachte, wurde vom Versuchsleiter protokolliert. Bezüglich des Faktors „Funktionsumfang“ trainierte die Gruppe mit mitwachsendem System 91,20 Minuten, dagegen die Gruppe mit Vollversion 102,96 Minuten. Die Teilnehmer ohne Systemhinweise trainierte 91,50 und mit Systemhinweisen 102,17 Minuten. Es wurde eine zwei-faktorielle ANOVA gerechnet, die keine signifikanten Haupteffekte und auch keine Interaktionseffekte ergab.

Für einen detaillierten Einblick in den Trainingsverlauf wurde eine detaillierte Analyse der Log-files des Trainings vorgenommen. Es wurden die Bearbeitungszeiten, Tastendrücke und selbständigen Übungen pro Lektion ausgewertet. Die Tabelle 5.4 gibt einen Überblick über die Bearbeitungszeit und Tastendrücke, die die Trainingsgruppen für jede Lektion benötigten (ohne die selbständigen Übungen) sowie die Anzahl der selbständigen Übungen.

Tabelle 5.4: Kennwerte der Parameter des Trainingsverlaufs für die Faktoren „Funktionsumfang“ und „Systemhinweise“

	Mittelwerte (Standardabweichung)			
	Funktionsumfang		Systemhinweise	
	mitwachsend	Vollversion	ohne	mit
Trainingsdauer (s pro Lektion, n=47)				
Training 1	233,16 (133,15)	261,84 (117,39)	226,86 (79,35)	268,71 (160,61)
Training 2	168,91 (50,15)	190,97 (69,50)	183,13 (64,01)	175,45 (57,71)
gesamt	201,44 (84,90)	227,25 (86,32)	205,43 (65,10)	222,90 (104,41)
Tastendrücke (Anzahl pro Lektion, n = 47)				
Training 1	25,31 (8,47)	23,25 (7,15)	21,65 (7,20)	26,91 (8,43)
Training 2	24,73 (6,44)	24,34 (7,22)	24,54 (9,19)	24,53 (4,47)
gesamt	25,03 (6,82)	23,77 (6,68)	23,04 (7,82)	25,76 (5,68)
Selbständige Übungen (Anzahl pro Lektion, n=47)				
Training 1	0,25 (0,29)	0,29 (0,29)	0,25 (0,28)	0,29 (0,30)
Training 2	0,21 (0,25)	0,29 (0,27)	0,34 (0,38)	0,16 (0,13)
gesamt	0,23 (0,25)	0,27 (0,25)	0,29 (0,31)	0,21 (0,19)

Für die Anzahl der Tastendrücke ergab die zweifaktorielle Varianzanalyse einen Haupteffekt des Faktors „Systemhinweise“ für das Training 1 ($F(1, 43)=6{,}05$; $p<0{,}05$, $\eta^2=0{,}123$), nicht jedoch für das Training 2 und das gesamte Training. Beim Training mit Systemhinweisen ist die Anzahl der Tastendrücke im Training 1 signifikant höher als ohne Systemhinweise, was sich jedoch im Training 2 nicht fortsetzt. Es gab keine signifikanten Effekte des Faktors „Funktionsumfang“ und der Interaktion. Hinsichtlich des Parameters „Selbständige Übungen“ ist der Haupteffekt des Faktors „Systemhinweise“ für das Training 2 signifikant ($F(1, 42)=6{,}18$; $p<0{,}05$, $\eta^2=0{,}128$), nicht jedoch für das Training 1 oder das Training insgesamt (Abbildung 5.9). Beim Training mit Systemhinweisen führen die Teilnehmer im Training 2 signifikant weniger selbständige Übungen durch als ohne Systemhinweise. Es gab keine signifikanten Effekte des Faktors „Funktionsumfang“ und der Interaktion.

Ein Indikator für den Trainingsfortschritt ist die Differenz zwischen den Tastendrücken bzw. selbständigen Übungen in Training 1 und Training 2. Die Differenz ergab einen signifikanten Haupteffekt des Faktors „Systemhinweise“ für die Tastendrücke ($F(1, 43)=8{,}04$, $p<0{,}01$, $\eta^2=0{,}161$) und selbständigen Übungen ($F(1, 43)=10{,}69$, $p<0{,}01$, $\eta^2=0{,}203$). Damit zeigen die Teilnehmer beim Training mit Systemhinweisen einen größeren Trainingsfortschritt als beim Training ohne Systemhinweise, d.h. sie üben beim Training 2 weniger und benötigen weniger Tastendrücke für die Bearbeitung der Aufgaben als beim ersten Training.

Für die Gruppe, die mit Vollversion und ohne Systemhinweise trainierte, gab es technische Probleme bei der Aufzeichnung der Bearbeitungszeiten während des Trainings. Daher liegen nur die Daten von drei Trainingsgruppen vor, so dass Paarvergleiche mittels U-Test durchgeführt wurden. Es ergaben sich weder für den „Funktionsumfang“ noch für die „Systemhinweise“ signifikante Unterschiede.

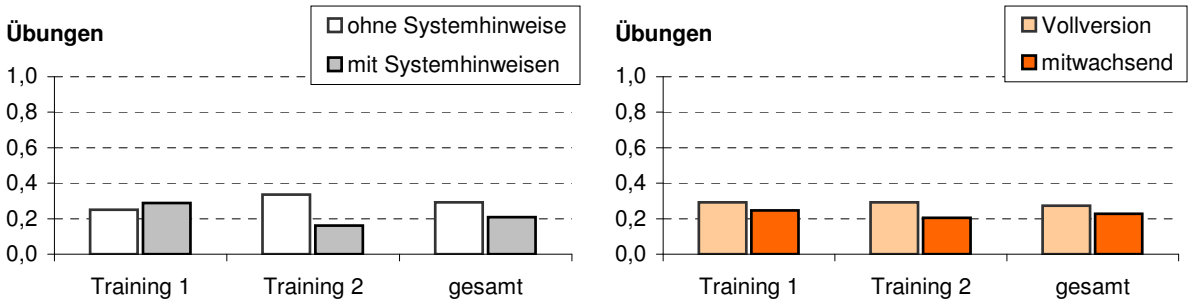

Abbildung 5.9: Anzahl der Übungen pro Lektion während des Trainings

Anschließend an die Analyse von Parametern des Trainingsaufwands wurde analysiert, auf welche Operationen der Aufwand zurückführbar ist. Es wurden daher folgende Operationen ausgewertet:

- Rücksprünge zum Startdisplay,
- Zurück-Operationen,
- Operationen zur Bestätigung von Aktionen und
- Operationen zur Navigation im Hauptmenü.

Es wurde für alle vier Parameter eine zweifaktorielle ANOVA gerechnet. Die Kennwerte und die Ergebnisse der Varianzanalyse befinden sich im Anhang B.2. Für die Operationen zur Bestätigung von Aktionen ergab sich ein signifikanter Haupteffekt des Faktors „Systemhinweise“ ($F(1, 42)=21{,}30$, $p<0{,}01$, $\eta^2=0{,}374$). Mit Systemhinweisen benötigen die Teilnehmer bedeutsam mehr Tastendrücke und Zeit für das Bestätigen von Aktionen, wobei die Tastendrücke zur Bestätigung der expliziten Systemhinweise nicht mit in die Analyse einbezogen wurden. Die ANOVA ergab weder für den Faktor „Funktionsumfang“ noch für die Interaktion signifikante Effekte.

Die erlebte Anstrengung wurde vor, während und nach dem Training mittels der SEA-Skala erhoben. Die Teilnehmer bewerteten das Training als wenig bis mittelmäßig anstrengend (Abbildung 5.10). Für die erlebte Anstrengung im Training 1 ergab sich ein signifikanter Haupteffekt des Faktors „Systemhinweise“ ($F(1, 44)=4{,}91$, $p<0{,}05$, $\eta^2=0{,}100$). Ein vollständiger Überblick der Kennerwerte und Ergebnisse der ANOVA befinden sich im Anhang B.2.

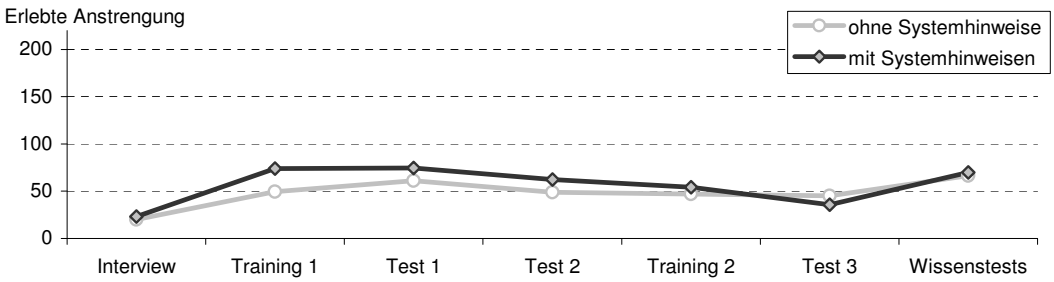

Abbildung 5.10: Erlebte Anstrengung vor, während und nach dem Training (SEA-Skala, n=48)

Trainingseffekt Um die Leistung in der Bedienung des simulierten Mobiltelefons zu messen, wurde die Anzahl der Tastendrücke, die Bearbeitungszeit und die Anzahl der benötigten Hilfestellungen in Zwischentest 1 (Test 1), im Zwischentest 2 (Test 2) und im Abschlusstest (Test 3) verglichen (Abbildung 5.11).

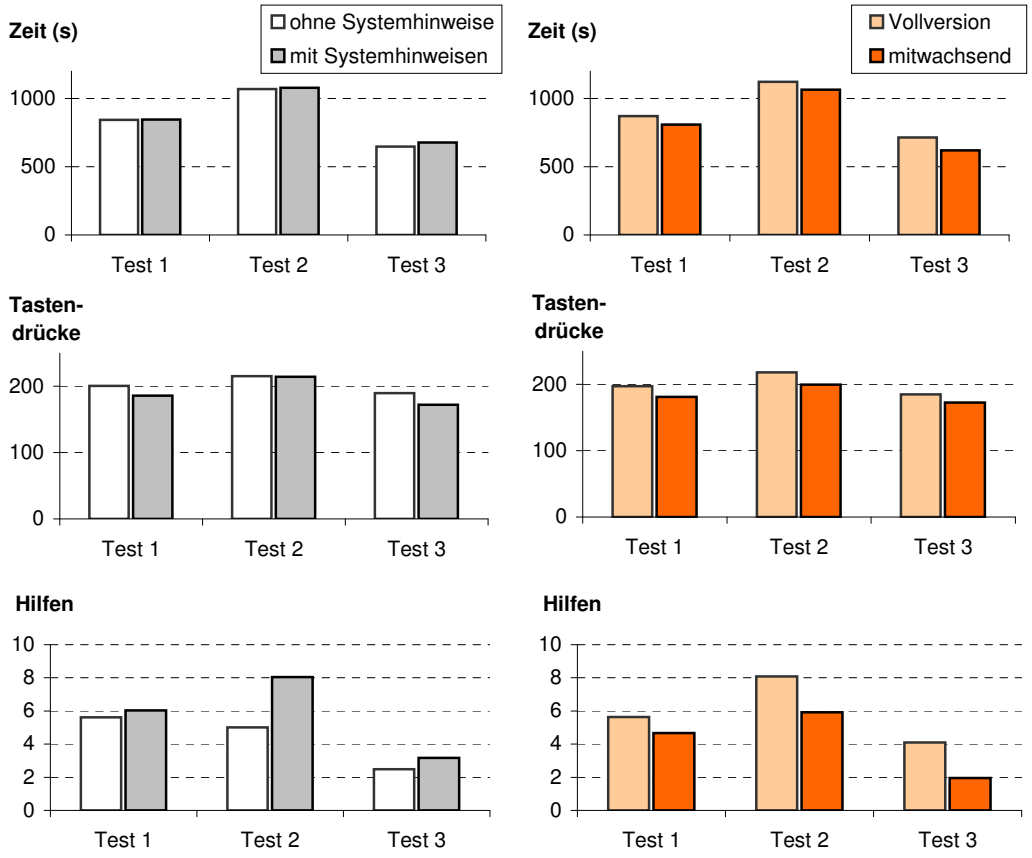

Abbildung 5.11: Leistung in den Zwischen- und Abschlusstest (n=47)

Unabhängig von der jeweiligen Trainingsgruppe erledigten die Teilnehmer die Aufgaben im Abschlusstest signifikant schneller ($F(2,42)=21.44$, $p<0.001$, $\eta^2=0{,}336$), mit weniger Tastendrücken ($F(2,42)=4.91$, $p<0.05$, $\eta^2=0{,}105$) und mit weniger Hilfestellungen ($F(2, 41)=9{,}95$, $p<0{,}005$, $\eta^2=0{,}195$) als die Aufgaben in den Zwischentests.

Die zweifaktorielle ANOVA ergab für den Faktor „Funktionsumfang“ einen signifikanten Haupteffekt in der Anzahl der Tastendrücke in Test 1 ($F(1, 44)=7{,}33$, $p<0{,}01$, $\eta^2=0{,}143$) und Test 2 ($F(1, 44)=5{,}84$, $p<0{,}05$, $\eta^2=0{,}117$), jedoch nicht in Test 3. Im Vergleich zur Gruppe mit Vollversion benötigt die Gruppe mit mitwachsendem System weniger Tastendrücke für die Bearbeitung der beiden Zwischentests. Es gab keinen signifikanten Haupteffekt für den Faktor „Systemhinweise“ und kein Interaktionseffekt. Die Effekte für die Bearbeitungszeit und Anzahl der Hilfestellung sind nicht signifikant. Ergänzend wurde die Anzahl unnötiger Tastendrücke berechnet, indem die Differenz zwischen der Anzahl getätigter und für die Aufgabe nötiger Tastendrücke gebildet wurde. Die Unterschiede des Hauptfaktors „Funktionsumfang“ sind bzgl. der unnötigen Tastendrücke im Test 1 ($F(1,$

44)=5,04, p<0,05, η^2=0,110) und Test 2 (F(1, 44)=5,17, p<0,05, η^2=0,110) signifikant, d.h. das Training mit einem mitwachsenden System geht mit einer geringeren Anzahl unnötiger Tastendrücke einher als das Training mit Vollversion.

In einem zweiten Analyseschritt wurden die Transferaufgaben und trainierten Aufgaben des Abschlusstests separat ausgewertet (Abbildung 5.12). In den Hilfestellungen bei den Transferaufgaben ergab die statistische Auswertung einen signifikanten Haupteffekt für den Faktor „Funktionsumfang“ (F(1, 43)=4,39, p<0,05, η^2=0,093), d.h. die Gruppe mit mitwachsendem System benötigte bei den unbekannten Aufgaben im Abschlusstest weniger Hilfestellungen als die Gruppe mit Vollversion. Für die Tastendrücke bei den Aufgaben ohne Transfer besteht eine signifikante Interaktion (F(1, 44)=4,04, p<0,05, η^2=0,088). Beide Gruppen brauchen bei den Aufgaben, deren Bearbeitung trainiert wurde mit 0,19 (0,36) bzw. 0,17 (0,43) sehr wenig Hilfestellungen pro Aufgabe.

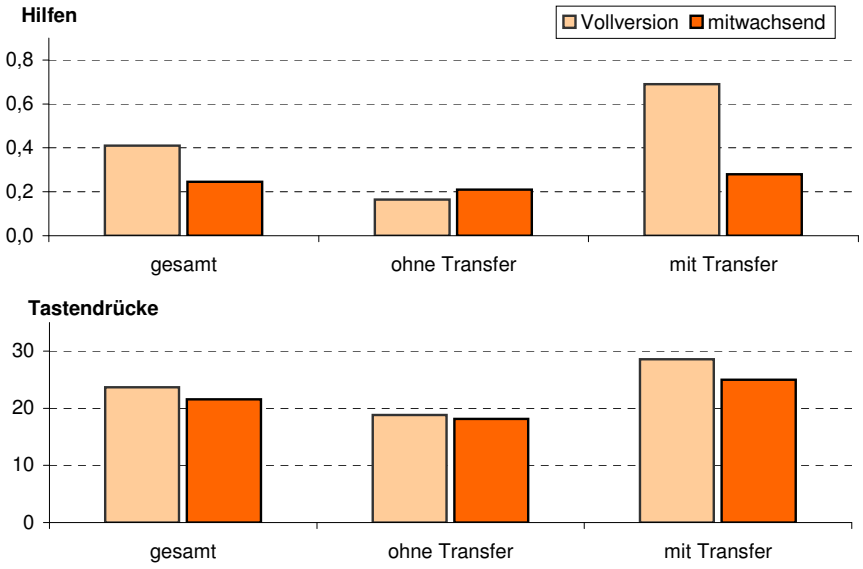

Abbildung 5.12: Hilfestellungen und Anzahl der Tastendrücke im Abschlusstest für den Faktor „Komplexität“ (n=48)

In einem dritten Analyseschritt wurden die bereits zur detaillierten Betrachtung des Trainingsverlaufs verwendeten Operationen auch für die Testaufgaben ausgewertet. Dazu gehörten Rücksprünge zur Startdisplay, Zurück-Operationen, Operationen zur Bestätigung von Aktionen und Operationen zur Navigation um Hauptmenü. Hinsichtlich der Anzahl der zurück-Operationen gibt es einen signifikanten Haupteffekt des Faktors „Funktionsumfang“ in Test 1 (F(1, 36)=7,70, p<0,01, η^2=0,176), Test 2 (F(1, 42) = 5,74, p<0,05, η^2=0,120) und Test 3 (F(1, 41) = 4,61, p<0,05, η^2=0,101), d.h. beim Training mit Vollversion treten häufiger zurück-Operationen auf als beim Training mit mitwachsendem Funktionsumfang. Dies geht auch einher mit einem signifikanten Unterschied der beiden Gruppen in den „Rücksprüngen zum Startdisplay“ (U(43)=113,5, p<0,001), d.h. die adaptive Gruppe kehrt während der Testaufgaben seltener zum Startdisplay zurück als die Gruppe mit Vollversion. Außerdem benötigen die Teilnehmer der Gruppe, die mit dem

mitwachsenden System trainiert hatten, in Test 2 weniger Tastendrücke bei der Navigation im Hauptmenü ($F(1, 42)=5{,}42$, $p<0{,}05$, $\eta^2=0{,}116$) und in Test 1 weniger Zeit für das Bestätigen von Aktionen ($F(1, 41)=4{,}16$, $p<0{,}05$, $\eta^2=0{,}096$) als die Teilnehmer, die mit Vollversion trainieren. Es gibt keinen signifikanten Haupteffekt des Faktors „Systemhinweise“ und keine Interaktionseffekte.

Neben der Leistung wurde das Wissen der Teilnehmer über das simulierte Mobiltelefon erhoben. Das Begriffs- und Funktionswissens wurde durch einen Lückentextes ermittelt. Wie bereits erwähnt, wurde ein Lückentext zum Wissen über das eigene Mobiltelefon bereits vor dem Training erhoben, so dass die Differenz gebildet werden konnte zwischen dem Wissen nach und vor dem Training. Die Häufigkeit richtiger Antworten unterscheidet sich nicht signifikant zwischen den Trainingsgruppen, die Interaktion ist ebenfalls nicht signifikant. Hinsichtlich der Differenz zeigt sich im Trend ein Unterschied zwischen dem mitwachsenden Training und Training mit Vollversion ($F(1, 42)=3{,}36$, $p<0{,}10$, $\eta^2=0{,}076$).

Um das Handlungswissen der Teilnehmer zu messen, reproduzierten die Teilnehmer die Handlungsschritte, die nötig waren, um die jeweilige Bedienaufgabe auszuführen. Es wurde eine zwei-faktorielle ANOVA für die Anzahl korrekt reproduzierter Handlungsschritte gerechnet, die für eine der drei Aufgaben einen signifikanten Haupteffekt des Faktors „Funktionsumfang“ ergab ($F(1, 42)=4{,}24$, $p<0{,}05$, $\eta^2=0{,}092$), d.h. die Gruppe des mitwachsenden Systems erinnerte mehr richtige Handlungsschritte als die Gruppe mit Vollversion. Bezüglich des Handlungswissen gab es keine weiteren signifikanten Effekte.

Abschließend wurde das Strukturwissen ermittelt, indem die durch die Teilnehmer produzierte Menüstruktur in der Anzahl gelegter Ebenen und der Güte (0-3) bewertet wurde. Für die Güte besteht ein signifikanter Haupteffekt des Faktors „Funktionsumfang“ ($F(1, 42)=6{,}23$, $p<0{,}05$, $\eta^2=0{,}129$), jedoch kein Haupteffekt der „Systemhinweise“ und keine Interaktion. Die mit dem mitwachsenden System trainierende Gruppe erinnerte sich besser an die Struktur des simulierten Mobiltelefons als die Gruppe mit Vollversion.

Zusammenhänge zwischen Trainingsaufwand und Trainingseffekt Für ein sich an den Erfahrungsstand anpassendes Training werden Indikatoren benötigt, die während des Trainings erfassbar sind und als Grundlage für die Vorhersage des Lernerfolgs und Erfahrungszuwachses herangezogen werden können. Für einen ersten Überblick wurden daher Korrelationen nach Pearson (zweiseitig) zwischen Leistungsindikatoren im Abschlusstest und den Parametern des Trainingsverlaufs berechnet. Die Tabelle 5.5 gibt einen Überblick über die Zusammenhänge, wobei die signifikanten Korrelationen erste Hinweise für potentielle Parameter des Lernerfolg liefern. Einige der Indikatoren wurden mehrfach zur Berechnung von Korrelationen herangezogen, so dass eine Bonferroni-Korrektur von $\alpha = 0{,}05$ auf $\alpha = 0{,}005$ vorgenommen wurde. Die Trainingsdauer, die Zurück- und Bestätigen-Operationen korrelieren signifikant ($p<0{,}005$) mit den benötigten Hilfestellungen, der Bearbeitungszeit und den Tastendrücken im Abschlusstest. Die Operationen zur Navigation im Hauptmenü korrelieren nur mit der Bearbeitungszeit, nicht jedoch mit den Hilfestellungen oder Tastendrücken im Abschlusstest.

Eine weitere Evidenz für die Validität der Parameter zur Vorhersage des Lernerfolgs sind

Korrelationen mit den Wissenstests. So sind die Leistung im Lückentext, im Sequenz- und im Strukturlegen mit der Zeit für Bestätigen- und Zurück-Operationen mit 0,26 bis 0,54 signifikant korreliert (siehe auch Anhang B.3).

Um die Leistung im Abschlusstest aus dem Trainingsverlauf vorherzusagen, wurden Regressionen für die als bedeutsam identifizierten Parametern berechnet. Die Bearbeitungszeit lässt sich mit $R^2 = 0,70$ aus den Zurück-Operationen und Bestätigen-Operationen vorhersagen (F(4, 37)=21,77, p<0,001). Für die Tastendrücke ergab die Berechnung $R^2 = 0,27$ (F (4, 38)=3,46, p<0,05) und für die benötigten Hilfen $R^2 = 0,45$ (F(4, 37)=7,64, p<0,005). Eine Übersicht zu den Regressionen befindet sich im Anhang B.3.

Tabelle 5.5: Übersicht zu den Korrelationen (zweiseitig, nach Pearson) zwischen Trainingsparametern und Trainingseffekt

	Leistung im Abschlusstest		
	Bearbeitungszeit	Tastendrücke	Hilfestellungen
Training: Verlauf allgemein (45)			
Trainingsdauer	0,38	0,48*	0,03
Tastendrücke	0,33	0,52*	0,44*
Training: Zurück-Operationen (n=43)			
Bearbeitungszeit	0,71*	0,26	0,44*
Tastendrücke	0,50*	0,46*	0,24
Training: Bestätigen-Operationen (n=44)			
Bearbeitungszeit	0,33	-0,05	0,41*
Tastendrücke	-0,25	-0,32	-0,11
Training: Navigations-Operationen (n=38)			
Bearbeitungszeit	0,71*	0,17	0,38
Tastendrücke	0,32	0,33	0,19

*signifikant mit p < 0,005

5.2.5 Diskussion

Die beiden untersuchten Gestaltungsprinzipien wirken sich nahezu unabhängig voneinander auf das Training aus. Programmkontrolle durch explizite Systemhinweise beeinflusst vorrangig den Trainingsverlauf und die Selbstwirksamkeit der Teilnehmer. So erhöht ein Training mit expliziten Systemhinweisen die Anzahl getätigter Tastendrücke, verringert die Anzahl der selbständigen Übungen, verlängert im Trend die Trainingsdauer und erhöht zu Beginn des Trainings die erlebte Anstrengung. Die Selbstwirksamkeit ist beim Training mit Programmkontrolle durch Systemhinweise geringer als beim Training ohne explizite Hinweise. Desweiteren konnte kein Einfluss der expliziten Systemhinweise auf den Lernerfolg gezeigt werden.

Die Ergebnisse zeigen dagegen deutlich, dass ein System, deren Komplexität mit dem Erfahrungsstand des Lerners wächst einem Training mit Vollversion überlegen ist. Ältere Menschen, die mit dem mitwachsenden System trainierten, hatten nach dem Training eine höhere Leistung, konnten das Gelernte besser auf unbekannte Aufgaben übertragen und

zeigten mehr Wissen über das gelernte Mobiltelefon. Es wurde kein Einfluss der Komplexitätsanpassung auf den Trainingsverlauf, die Selbstwirksamkeit und die Bewertung des Trainings gefunden. Die Ergebnisse stützen die Annahme, dass ein sich sukzessiv erweiterndes Training als integrierte Komponente eines Mobiltelefons ein geeignetes Gestaltungsprinzip für die Unterstützung älterer Menschen beim Erlernen der Bedienung elektronischer Geräte darstellt.

Die Analyse der Zusammenhänge zwischen Lernerfolg und Verhalten während des Trainings zeigt, dass einige Parameter gute Indikatoren für den Lernerfolg sind. So ergibt die Regression eine Varianzaufklärung von zwischen 27 und 70 Prozent für die Vorhersage des Trainingseffekts aus Parametern des Trainingsverlaufs.

5.3 Zusammenhang von Komplexitätsanpassung und Interaktivität des Trainings

Bereits in Abschnitt 5.2.1 wurden die Vorteile eines *training-wheel systems* diskutiert. Jedoch bleibt im Anschluss an die vorherige Trainingsstudie die Frage offen, wodurch der positive Effekt der schrittweisen Komplexitätsanpassung auf den Lernerfolg zurückzuführen ist. Durch das Blockieren unwichtiger Funktionen und das schrittweise Erweitern des Funktionsumfangs wird einerseits eine visuelle Strukturierung der Lerninhalte vorgenommen und andererseits sinkt die Möglichkeit, ungewünschte Bedienwege einzuschlagen.

5.3.1 Hintergrund

Durch das farbliche Markieren aktivierter und deaktivierter Funktionen wird die visuelle Aufmerksamkeit gezielt auf relevante Aspekte der jeweiligen Lernaufgabe gelenkt, so dass der Lernende bei der Informationsaufnahme unterstützt wird. Beim mitwachsenden System sind zu Beginn des Trainings alle Funktionen deaktiviert und grau hinterlegt. Mit jeder Lektion wird eine Funktion aktiviert und farblich markiert. Die Aufmerksamkeit wird gezielt auf diese gerade aktivierte und für die Lektion relevante Funktion gelenkt. Wie bereits im Kapitel 2.1 zum Multimediadesign zusammengefasst, wirkt sich die Beschränkung des Lernangebots auf relevante Lerninhalte vorteilhaft auf den Wissenserwerb aus (R. E. Mayer, 2001; Niegemann et al., 2004).

Der positive Effekt der Komplexitätsanpassung kann jedoch auch durch die Reduktion von Bestrafung und Frustration bedingt sein. Da Funktionen deaktiviert sind und Fehler sofort durch Feedback unterbunden werden, verringert sich der Möglichkeitsraum potentieller Bedienwege (Carroll & Carrithers, 1984). Dieser Zusammenhang wird durch die Befunde von Bannert (2000) gestützt, die zeigen konnte, dass beim Software Training mit einem *training-wheel systems* weniger Trainingszeit benötigt wurde als mit der Vollversion. Die Analyse von Catrambone und Carroll (1987) konnte zudem zeigen, dass beim Training mit Vollversion sehr viel Zeit mit der Behebung von Bedienfehlern verbracht wird und das dadurch der Aufbau des mentalen Modells erschwert wird.

Der Vorteil des Trainings mit mitwachsendem System sollte sich ausschließlich bei einem

interaktiven Training zeigen, falls der positive Effekt vorwiegend durch das Blockieren von Bedienwegen verursacht wird. Denn nur bei einem Training, bei dem das Wissen in Interaktion mit dem Trainingsgegenstand erworben wird, kann der Vorteil geblockter falscher Bedienwege wirken. Wäre dagegen der Vorteil eines Trainings mit mitwachsendem System allein durch die visuelle Strukturierung bedingt, so ließe sich der Ansatz des *training-wheel systems* auch auf andere Trainings übertragen, bei denen die Instruktionen nicht interaktiv erfolgen.

Im Kapitel 2.1 wurde bereits die Möglichkeit zur Verwendung von Animationen bei der Gestaltung des Lernmaterials vorgestellt. Animation wäre ein weiterer möglicher Ansatz zur Gestaltung des integrierten Trainings. Besteht das Training aus linearen Animationen ohne Eingriffsmöglichkeiten, so erfolgt keine Interaktion zwischen Lerner und Lerninhalten. Der Lerner beobachtet die Handlungsschritte anstatt selbst zu handeln. Würde sich der Vorteil der Komplexitätsanpassung auch bei einem solchen Training mit Animation zeigen, so spräche dies dafür, dass der positive Effekt vorrangig auf die visuelle Strukturierung zurückgeführt werden kann und weniger auf die Vermeidung falscher Bedienwege.

5.3.2 Methode

In einer Studie wurde daher untersucht, ob sich der Vorteil eines mitwachsenden Systems gegenüber einer Vollversion auch beim Training mit linearer Animation ohne Eingriffsmöglichkeiten zeigt. Wäre dies der Fall, so spräche dieses für den Effekt visueller Strukturierung und das Gestaltungsprinzip könnte auch auf Trainings ohne Interaktivität angewendet werden. Die Untersuchung wurde zusammen mit Corina Hausdorf durchgeführt, die im Rahmen der vorliegenden Arbeit ihre Diplomarbeit zum Vergleich von animiertem und interaktiven Training anfertigte (Hausdorf, 2008).

Es wurde eine animierte Variante des Trainings entwickelt, bei der die Anleitung mittels einer linearen Animation realisiert wurde. Die Variante ist inhaltlich und strukturell identisch zur interaktiven Variante. Der Unterschied besteht darin, dass die auditiv-visuelle Anleitung der Handlungsschritte nicht interaktiv sondern automatisch abläuft, ohne dass der Lerner eine Taste drücken muss. Zusätzlich zu den gesprochenen Anweisungstexten, wie sie in den anderen Trainingsstudien zum Einsatz kamen, werden die Handlungsschritte wie in einem Film vorgeführt. Um die in der Animation ablaufenden Tastendrücke hervorzuheben, wird das Tastenfeld grau dargestellt und um die aktivierte Taste erscheint ein dicker Leuchtrahmen. Dies ist nach (Fisk et al., 2004) vorteilhaft für die Aufmerksamkeitslenkung bei älteren Benutzern. Der Lerner hat die Möglichkeit, das Animationsvideo wiederholt anzuschauen. Wie schon in den anderen Trainingsstudien beginnt jede Lektion mit den Einleitungstexten zum Ziel der jeweiligen Lektion. Nach Beendigung der Animation kann der Lerner selbständig üben.

Für das animierte Training wurde eine mitwachsende und eine Vollversion entwickelt. Wie bereits beschrieben, wurden bei der mitwachsenden Version die Funktionen schrittweise hinzugenommen, was dadurch visualisiert wurde, dass die jeweilige Funktion farblich hervorgehoben wurde. Bei der Vollversion steht von Anfang bis Ende des Trainings der gesamte Funktionsumfang zur Verfügung. In einem Between-Design wurden beide Vari-

anten mit dem in Kapitel 4 beschriebenen Untersuchungsansatz verglichen.

Die Stichprobe bestand aus insgesamt 24 Personen, von denen sieben Männer und 17 Frauen waren. Die Teilnehmer wurden durch Aushänge und durch einen Zeitungsartikel in einer Lokalzeitung gewonnen, in denen ein Training für Menschen ohne oder mit wenig Erfahrung im Umgang mit Mobiltelefonen angeboten. Das Training fand an der TU Berlin oder in Senioreneinrichtungen statt und den Teilnehmern wurde keine Aufwandsentschädigung bezahlt. Das Alter der Teilnehmer reicht von 52 bis 79 mit einem Durchschnitt von 65,0 (6,4) Jahren. Von den Versuchsteilnehmern haben 16 einen Hochschulabschluss, sieben einen Realschulabschluss und einer Volksschul- bzw. Hauptschulabschluss. Die Versuchsteilnehmer wurden bezüglich ihres Alters und ihrer Vorerfahrung parallelisiert und gleichmäßig auf die beiden Trainingsbedingungen verteilt. Es wurde ein Vorerfahrungsscore ermittelt, dessen Wert zwischen Null und 15 liegen konnte. Die Versuchsteilnehmer hatten Werte von drei bis dreizehn mit einem Mittelwert von 7,6 (2,8).

Der Vergleich der Trainingsgruppen in den Kontrollvariablen Alter, Erfahrungsscore, Schulabschluss, Kontrollerleben im Umgang mit Technik (KUT, Beier, 1999), erlebter Anstrengung (SEA-Skala, Eilers et al., 1986) sowie Häufigkeit der Handy- und Computernutzung, ergab keine signifikanten Unterschiede (siehe Anhang B.4).

5.3.3 Ergebnisse

Beide Gruppen bewerteten das Training mittelmäßig und schätzten ihre Selbstwirksamkeit weder hoch noch gering ein; die Gruppenunterschiede sind nicht signifikant. Ein detaillierter Überblick zu den statistischen Kennwerten befindet sich in Anhang B.4.

Trainingsaufwand Die Teilnehmer mit mitwachsendem System trainierten durchschnittlich 117,91 (22,97) und die mit Vollversion 111,58 (23,89) Minuten. Am Ende jeder Lektion hatten die Teilnehmer die Möglichkeit, Übungsaufgaben durchzuführen. Die Gruppe mit mitwachsendem System bearbeitete 30,36 (15,83) und die mit Vollversion 28,92 (16,19) Übungen (Abbildung 5.2). Die Unterschiede zwischen den Gruppen sind statistisch nicht bedeutsam.

Die erlebte Anstrengung wurde vor, während und nach dem Training mittels der SEA-Skala erhoben. Die Teilnehmer bewerteten das Training als wenig bis mittelmäßig anstrengend (Abbildung B.72). Die Unterschiede zwischen den beiden Trainingsgruppen sind für das Training 1 statistisch bedeutsam ($F(1,22)=7.53$, $p<0.01$, $\eta^2=0{,}255$).

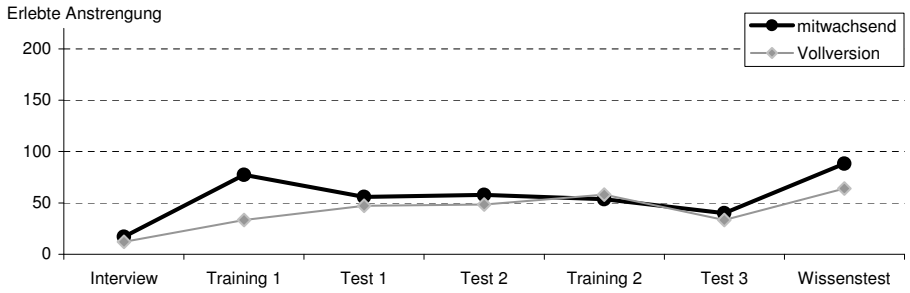

Abbildung 5.13: Erlebte Anstrengung vor, während und nach dem Training (SEA-Skala)

Trainingseffekt Um die Leistung hinsichtlich der Bedienung des simulierten Mobiltelefons zu messen, wurde die Anzahl der Tastendrücke, die Bearbeitungszeit und die Anzahl der benötigten Hilfestellungen verglichen. Die Gruppen unterscheiden sich nicht signifikant in den drei Parametern. In einem zweiten Analyseschritt wurden die Transferaufgaben und trainierten Aufgaben des Abschlusstests separat ausgewertet. Sowohl für die Transfer- als auch für die bekannten Aufgaben ergaben sich hinsichtlich der drei Parameter keine signifikanten Unterschiede.

Im Begriffs- und Funktionswissen wurde die relative Häufigkeit richtiger Antworten beim Lückentext ausgewertet. Die Gruppe mit mitwachsendem System beantwortete 60,36 (22,00) Prozent richtig, die Gruppe mit Vollversion 68,90 (19,54) Prozent; der Unterschied zwischen den Gruppen ist nicht statistisch bedeutsam. Das Handlungswissen wurde über den Anteil korrekt reproduzierter Handlungsschritte bei drei Sequenzlegeaufgaben ermittelt. Auch hier sind die Unterschiede nicht signifikant.

Hinsichtlich des Strukturwissens wurde die durch die Teilnehmer produzierte Menüstruktur anhand der Anzahl gelegter Ebenen sowie die Güte (0-3) bewertet. Die Gruppe mit mitwachsendem System legte 2,82 (0,41) und die Gruppe mit Vollversion 2,58 (0,90) Ebenen. Die Güte der produzierten Menüstruktur war 2,73 (0,22) bei der mitwachsenden und 2,67 (0,89) bei der Gruppe mit Vollversion. Die Unterschiede im Sequenz- und Strukturwissen sind nicht signifikant.

5.3.4 Diskussion

Die Untersuchung des animierten Trainings ergab keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Trainingsgruppen. Einzig zu Beginn des Trainings führt die mitwachsende Version zu einer höheren erlebten Anstrengung als das Training mit Vollversion. Die Ergebnisse sprechen dafür, dass die Anpassung der Komplexität bei Training mit Animation keinen Vorteil zum Training mit Vollversion bringt. Dies wiederum lässt vermuten, dass der Effekt eines mitwachsenden Systems auf den Lernerfolg mit der Interaktivität des Trainings zusammenhängt.

Hausdorf (2008) verglich in ihrer Diplomarbeit das interaktive mit dem animierten Training. Ein Befund ist dabei sehr aufschlussreich: führen die Teilnehmer beim interaktiven Training im Mittel 7,5 zusätzliche Übungen selbständig durch, so erhöht sich die Anzahl

beim animierten Training auf 29,9 selbständige Übungen. Dieses führt zu einer deutlichen Erhöhung der Trainingszeit von 91,5 auf 115,7 Minuten. Der Effekt kann dahingehend interpretiert werden, dass die Teilnehmer beim animierten Training die mangelnde Interaktivität durch zusätzliches Üben kompensieren, was für den Bedarf und Wunsch der Lerner nach Interaktivität und Übung spricht. Auch schätzen sich die Lerner der animierten Varianten signifikant weniger selbstwirksam ein als die der interaktiven.

5.4 Exkurs: Nachhaltigkeit des Trainingseffekts

Das Hauptziel vieler Interventionsmaßnahmen ist die Anwendung des Gelernten in Situationen außerhalb des Interventionskontextes. Daher stellt Transfer ein Hauptkriterien dar, um die Effektivität von pädagogischen Maßnahmen zu bewerten (J. P. Mestre, 2002). Häufig wird implizit angenommen, dass der Lernende das erworbene Wissen von alleine in den Alltag überträgt. Aber ist dem wirklich so? Im Vergleich zu Informationen oder Daten entsteht Wissen erst durch die interne Repräsentation, d.h. in der Verarbeitung durch den Menschen. Zudem ist Wissen häufig komplex, stark an den Kontext gebunden und baut auf früheren Erfahrungen auf. Dadurch kann Wissen nicht einfach von Person zu Person übertragen werden wie die Daten eines Computers auf einen anderen (Eskelinen, Kokkinen, Koskinen & Tyrväinen, 2004).

Ein Ziel des vorliegenden Forschungsvorhaben ist es, den Lernenden in die Lage zu versetzen, das erworbene Wissen auch auf unbekannte Aufgaben anzuwenden und nach dem Training erfolgreich zu nutzen. Daher wurde der Frage nachgegangen, ob unser Training den Transfer tatsächlich fördert und nachhaltig den Umgang mit dem elektronischen Gerät verbessert. In den Trainingsstudien wurde bereits der sogenannte nahe Transfer (Barnett & Ceci, 2002; J. Mestre, 2003) untersucht, d.h. die Übertragung des Erlernten auf ähnliche Aufgaben am gleichen Gerät. In der vorliegenden Untersuchung wurde geprüft, ob das Training auch fernen Transfer fördert (Barnett & Ceci, 2002; J. Mestre, 2003), in diesem Falle die spätere Anwendung des Gelernten auf andere Geräte.

5.4.1 Hintergrund

Transfer wird im Weiteren als die Fähigkeit definiert, Wissen oder Handlungsabläufe, die in einem Kontext erworben wurden, auch in einem neuen Kontext anzuwenden (Bransford, Brown & Cocking, 1999). Baldwin und Ford (1988) definieren Transfer als „the degree to which trainees effectively apply knowledge, skills and attitudes gained in a training context to the job“ (S. 63). Sie fassen drei Gruppen von Faktoren zusammen, die den Transfer eines Trainings beeinflussen: (1) Traininginput (2) Trainingoutput und (3) Transferbedingungen.

Unter Trainingsinput werden die Eigenschaften des Trainierenden, das Trainingsdesign und der Anwendungskontext gefasst. So konnten Machin (2002) und Seyler, Holten, Bates, Burnett und Carvalho (1998) zeigen, dass die Selbstwirksamkeit und Motivation beeinflussen, ob eine Person vom Training profitiert und das Gelernte auch tatsächlich in den Alltag überträgt. Selbstwirksamkeit wird hierbei als die Überzeugung einer Person

verstanden, dass Gelernte tatsächlich zu beherrschen und damit den Alltag erfolgreich bestreiten zu können. Die Motivation ist der Wunsch, das Gelernte im täglichen Leben auch anzuwenden.

Der Trainingsoutput besteht im erfolgreichen Lernen und Erinnern des Gelernten. So stellt Mestre (2003) heraus, dass Trainingserfolg eine wichtige Voraussetzung für Transfer ist. Die Transferbedingungen fokussieren auf Faktoren, die die Anwendung des Wissens im Alltag betreffen.

Thorndike and Woodworth (1901), zitiert nach Yamnill und McLean (2001), schlussfolgern, dass Transfer durch die Ähnlichkeit zwischen der Trainings- und Anwendungssituation gefördert wird. Im Zusammenhang mit der Mensch-Technik-Interaktion nehmen A. Y. Lee und Polson (1989) und Polson, Muncher und Engelbeck (1986) an, dass Transfer durch gemeinsame Regeln in Trainings- und Anwendungskontext entsteht, wobei die gemeinsamen Regeln in der neuen Situation angewendet werden und dadurch in die interne Repräsentation der neuen Aufgabe integriert werden. Dabei ist die Konsistenz zwischen Schnittstellen bzw. Bedienaufgaben wichtig für das Wiedererkennen von Regeln und Anwenden von Handlungsabläufen (Polson et al., 1986). In diesem Zusammenhang fassen Yamnill und McLean (2001) zusammen, dass die Übertragung erfolgreich gemeistert werden kann, wenn der Trainierende die zu Grunde liegenden Prinzipien verstanden hat, anhand unterschiedlicher Aufgaben übt und bestärkt wurde, dass Gelernte im Alltag anzuwenden. Ritter und Wallach (2006) fanden in einer Trainingsstudie mit Kindern einen starken Effekt der Interaktivität des Trainings auf das Behalten und den Transfer des Wissens. Ritter und Wallach verglichen die Wirkung von zwei Lernumgebungen, die sich im Ausmaß unterschieden, in dem sie den Lerner zur Aktivität anregten: ein interaktives und ein nicht-interaktives Training. Interaktivität erwies sich als wichtig für den Transfererfolg, weil es die Motivation und die interne Verarbeitung positiv beeinflusste. Ergänzend betonen sie, dass das Lernmaterial in kurze Einheiten gegliedert sein sollte.

Aus den Befunden der Trainingsstudien kann geschlussfolgert werden, dass das integrierte Training förderlich auf den Transfer des Wissens vom gelernten auf das eigene Mobiltelefon wirken sollte:

- Das Training am simulierten Mobiltelefon ermöglicht dem Teilnehmer, in einer vergleichbaren Situation wie die Alltagssituation zu lernen.
- Es werden die der Benutzung von Mobiltelefonen zu Grunde liegenden Prinzipien vermittelt.
- Der Teilnehmer hat die Möglichkeit, angeleitet und anhand von Bedienaufgaben das Gelernte zu üben.
- Die Teilnehmer werden ermutigt, dass Gelernte am eigenen Mobiltelefon anzuwenden.
- Trainingsstudien haben gezeigt, dass das Training geeignet ist, die Bedienung von elektronischen Geräten zu erlernen.

- Es wurde gezeigt, dass die Selbstwirksamkeit der Teilnehmer und die Motivation, das Gelernte anzuwenden, nach dem Training hoch waren.

5.4.2 Methode

In der Untersuchung wurde geprüft, ob das Training geeignet ist, die Nachhaltigkeit und den Transfer des Trainingseffekts zu fördern. Die Untersuchung wurde zusammen mit Timo Beyerlein durchgeführt, der im Rahmen der vorliegenden Arbeit seine Diplomarbeit anfertigte (Beyerlein, 2007). Etwa ein Monat nach dem Training wurde eine Erhebung durchgeführt, die zwei grundlegende Fragen beantwortete, wobei die Eingangsgrößen, wie Personenvariablen und Trainingseffekt, kontrolliert wurden:

1. Benutzen die Teilnehmer nach dem Training ihr eigenes Mobiltelefon häufiger?
2. Sind Menschen, die am Training teilgenommen haben, erfolgreicher in der Benutzung ihres Mobiltelefons als Menschen, die nicht am Training teilgenommen haben?

Es wird angenommen, dass die Trainingsteilnehmer ihr Mobiltelefon häufiger nutzen und sich als selbstwirksamer erleben als Menschen ohne Training. Eine weitere Hypothese ist, dass Teilnehmer, die ihr Mobiltelefon nach dem Training viel genutzt haben besser in der Bedienung sind als jene, die ihr Mobiltelefon wenig genutzt haben.

Für die Beantwortung der Fragestellungen wurden Teilnehmer der Trainingsstudie nach vier bis sechs Wochen erneut untersucht und zusätzlich eine Kontrollgruppe erhoben, die nicht am Training teilgenommen hatte, jedoch hinsichtlich relevanter Eigenschaften wie Alter und Dauer der Nutzung von Mobiltelefonen vergleichbar war. Abhängige Variablen waren das Nutzungsverhalten, die Leistung in der Bedienung, das Wissen über das eigene Mobiltelefon und die Selbstwirksamkeit im Umgang mit dem Gerät. Zur Kontrolle wurden das Kontrollerleben im Umgang mit technischen Systemen, die Vorerfahrung und die Dauer der Benutzung von Mobiltelefonen erfasst. Für die Teilnehmer der Trainingsgruppe wurde außerdem der Lernerfolg und die Anwendung des gelernten Wissens nach dem Training erhoben (Abbildung 5.14).

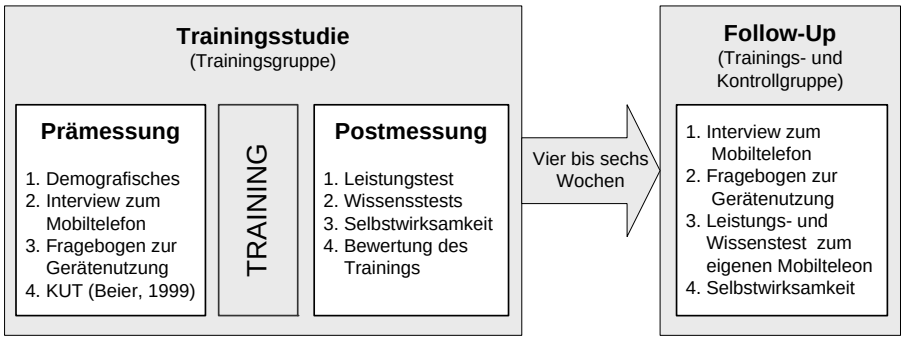

Abbildung 5.14: Ablauf der Untersuchung zum Transfer und der Nachhaltigkeit

Die Erhebungen dauerten jeweils 90 bis 120 Minuten, wurden einzeln und bei den Teilnehmern zu Hause durchgeführt. Für die Messung des Nutzungsverhaltens wurde ein Inter-

view zur Nutzung des eigenen Mobiltelefons durchgeführt, wie es auch in der Prämessung der Trainingsstudie zum Einsatz kam. Außerdem wurde die Erfahrung mit elektronischen Geräten mittels eines Fragebogens erfasst. Für die Messung der Leistung am eigenen Mobiltelefon führten die Teilnehmer vier Bedienaufgaben unterschiedlicher Schwierigkeit aus. Es wurde ein Leistungsscore von null (schlechte Leistung) bis eins (sehr gute Leistung) berechnet, der aus der Anzahl korrekt getätigter Handlungsschritte gebildet wurde. Anschließend beantworteten die Teilnehmer Fragen zu ihrer Selbstwirksamkeit, wie sie bereits in der Trainingsstudie verwendet wurden. Am Ende wurde das Handlungs- und Strukturwissen zum eigenen Mobiltelefon mittels Sequenz- und Strukturlegen erhoben. Der Wissensscore zwischen null (kein Wissen) und 3 (viel Wissen) gibt die Güte der reproduzierten Handlungsschritte bzw. Menüstruktur wieder. Dafür wurden im Vorfeld der Untersuchung zu drei Bedienaufgaben und den ersten drei Ebenen der Menüstruktur Karten für das jeweilige Mobiltelefon des Teilnehmers zusammengestellt.

Es nahmen 42 Teilnehmer (davon elf Männer) im Alter von 51 and 77 Jahren mit einem Durchschnitt von 65,74 Jahren an der Erhebung teil. Von den Teilnehmern haben 19 einen Hochschulabschluss, zwölf einen Realschulabschluss und die restlichen neun haben die Hauptschule absolviert (zwei Teilnehmer machten keine Angaben). Es wurde der Erfahrungsscore ermittelt, dessen Wert zwischen Null und 13 liegen konnte. Die Versuchsteilnehmer hatten Werte von drei bis elf mit einem Mittelwert von 6,48. Die Trainingsgruppe bildet sich aus Teilnehmern der Trainingsstudien. Die Kontrollgruppe wurde über eine Anzeige in einer Lokalzeitung und Aushänge rekrutiert. Basierend auf Alter und Dauer der Nutzung von Mobiltelefonen wurden die beiden Gruppen parallelisiert.

5.4.3 Ergebnisse

Zur Kontrolle wurden das Alter, die Vorerfahrung, der höchste Schulabschluss, die Jahre der Handynutzung und die Häufigkeit von Handy- und Computernutzung der Versuchs- und Kontrollgruppe verglichen. Beide Gruppen unterscheiden sich nicht signifikant in den genannten Kontrollvariablen. Ein detaillierter Überblick zu den statistischen Kennwerten befindet sich in Anhang B.5.

Vergleich der Trainingsgruppe vor und nach dem Training Es wurde die Anzahl der genutzten Funktionen des Mobiltelefons vor und nach dem Training mittels t-Tests verglichen. Dafür wurden die genutzten Funktionen der Komponenten Telefonbuch, Anruflisten, Textnachrichten und Einstellungen getrennt berechnet. Anschließend wurde die Summe aller genutzten Funktionen gebildet. Die Tabelle 5.6 gibt einen Überblick zu den Mittelwertpaaren sowie die Ergebnisse der statistischen Analyse. Es wird ersichtlich, dass die Trainingsgruppe nach dem Training signifikant mehr Funktionen nutzt als vor dem Training.

Tabelle 5.6: Genutzte Funktionen der Trainingsgruppe vor und nach dem Training, getrennt nach Komponenten und gesamt (n=21)

	Mittelwerte (Standardabweichung)		T-Test		
	vorher	nachher	df	T	p*
Telefonbuch	0,95 (0,92)	1,48 (0,81)	20	-3,20	0,004*
Anrufliste	0,38 (0,74)	0,62 (0,87)	20	-1,75	0,100
Textnachrichten	0,67 (0,86)	1,38 (0,81)	20	-3,87	0,001*
Einstellungen	0,14 (0,48)	0,86 (0,79)	20	-4,18	0,000*
gesamt	2,14 (2,13)	4,33 (2,73)	20	-6,67	0,000*

*signifikant mit $p < 0{,}05$

Vergleich der Trainings- und Kontrollgruppe Es wurde die Anzahl der genutzten Funktionen des Mobiltelefons getrennt nach Komponenten sowie für alle Funktionen zusammen analysiert. Die aus Abbildung 5.15 ersichtlichen Unterschiede zwischen den Gruppen sind statistisch bedeutsam, d.h. die Trainingsgruppe benutzt mehr Funktionen als die Kontrollgruppe.

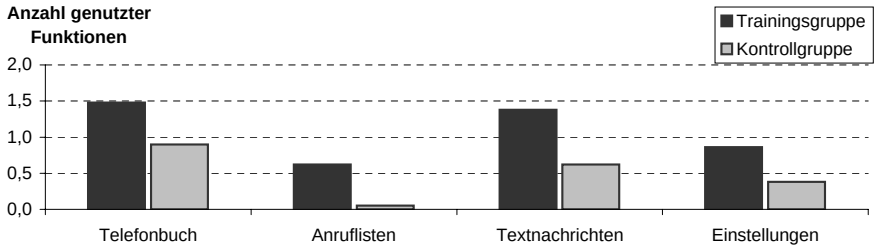

Abbildung 5.15: Vergleich der Anzahl genutzter Funktionen in den beiden Gruppen, sortiert nach Komponenten (n=40)

Es wurde die Leistung bei der Bearbeitung von vier Bedienaufgaben am eigenen Mobiltelefon zwischen den Gruppen verglichen (Abbildung 5.16). Dafür wurde ein Score zwischen null und eins berechnet, der den Anteil korrekter Handlungsschritte repräsentiert. Insgesamt erreicht die Trainingsgruppe einen Score von 0,84 und die Kontrollgruppe 0,53. Die Trainingsgruppe hat in allen vier Bedienaufgaben eine bessere Leistung als die Kontrollgruppe, wobei die Unterschiede zwischen den Gruppen bei zwei der vier Aufgaben und insgesamt signifikant sind ($T(40)=3{,}86$, $p<0{,}001$).

Es wurden das Handlungs- und Strukturwissen erhoben, wobei drei Sequenzlegeaufgaben und eine Aufgabe zum hierarchischen Strukturlegen bearbeitet wurden. Der berechnete Wissensscore liegt zwischen Null und drei, wobei drei bedeutet, alle Handlungsschritte wurden korrekt gelegt. Die Trainingsgruppe erreichte insgesamt einen Wert von 1,88 und die Kontrollgruppe 1,08; die Unterschiede sind signifikant ($T(40)=4{,}37$, $p<0{,}001$). Eine detaillierte Betrachtung zeigt, dass die Trainingsgruppe bei zwei der drei Aufgaben des Sequenzlegen und beim Strukturlegen einen signifikant höheren Score erzielt als die Kontrollgruppe (siehe B.5).

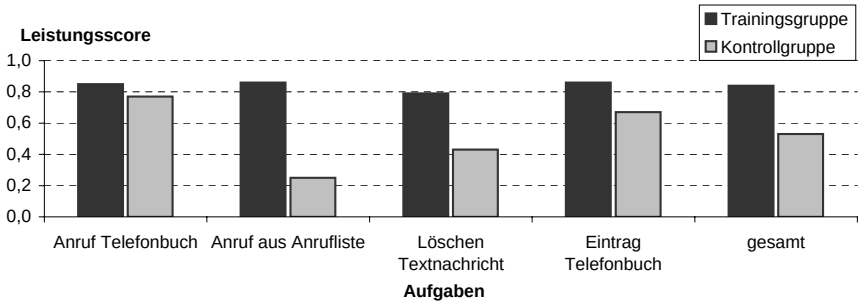

Abbildung 5.16: Vergleich der Trainings- und Kontrollgruppe in der Leistung bei den Bedienaufgaben (n=42)

Abschließend wurde die Selbstwirksamkeit der Teilnehmer hinsichtlich der Benutzung ihres Mobiltelefons erhoben. Die Selbstwirksamkeit der Trainingsgruppe ist mit 3,86 gut, die der Kontrollgruppe mit 3,48 leicht darunter, wobei die Unterschiede nicht statistisch bedeutsam sind.

Zusammenhänge zwischen Trainingseffekt und Transfer In einer abschließenden Analyse wurden zum einen der Zusammenhang zwischen dem Trainings- und dem Transfererfolg untersucht. Dafür wurden für die Trainingsgruppe die Leistung und das Wissen zum simulierten Mobiltelefon direkt nach dem Training mit der Leistung und dem Wissen am eigenen Mobiltelefon korreliert. Die Zusammenhänge sind größtenteils positiv, jedoch mit 0,03 bis 0,56 im geringen bis mittleren Bereich. Der Leistungsscore bei den Bedienaufgaben am eigenen Mobiltelefon korreliert signifikant mit dem Wissen im Lückentext ($r=0{,}56$, $p<0{,}01$) und Strukturwissen ($r=0{,}50$, $p<0{,}02$).

Alle Teilnehmer gaben direkt nach dem Training an, motiviert zu sein, ihr eigenes Mobiltelefon jetzt häufiger zu benutzen. Eine Befragung vier bis sechs Wochen später ergab jedoch, dass acht der 21 Teilnehmer ihr Mobiltelefon zwischen den Messzeitpunkten nicht benutzt haben. Der Vergleich der Nutzer (n=13) und Nicht-Nutzer (n=8) ergab, dass die Nutzer eine bessere Leistung und mehr Wissen zeigen und sich als selbstwirksamer einschätzen; die Unterschiede in Leistung und Selbstwirksamkeit sind signifikant (siehe B.5).

5.4.4 Diskussion

Die Ergebnisse zeigen, dass das Training geeignet ist, auch über den Lernerfolg direkt nach dem Training hinaus nachhaltig die Benutzung positiv zu beeinflussen. Die Teilnehmer benutzen einerseits mehr Funktionen als vorher und sind im Vergleich zu Menschen ohne Training kompetenter im Umgang mit ihrem eigenen Mobiltelefon. Dieser Erfolg ist insofern beeindruckend, als die Teilnehmer nicht an ihrem eigenen sondern an dem simulierten Mobiltelefon trainiert wurden. Dieser positive Effekt des Trainings auf die Nutzung des eigenen Gerätes im Alltag wird moderiert durch das Verhalten nach dem Training: Teilnehmer, die nach dem Training ihr Mobiltelefon tatsächlich nutzten, sind erfolgreicher, wissen mehr über ihr Mobiltelefon und fühlen sich selbstwirksamer.

Nach dem Training waren fast alle Teilnehmer begeistert und selbstsicher. Sie gaben an, nach dem Training ihr Mobiltelefon verstärkt nutzen zu wollen. Aber etwa 40 Prozent setzen dies nicht in die Tat um. Woran könnte es liegen, dass einige nach dem Training ihr Gerät ungenutzt ließen? Die Gespräche nach der Erhebung ergaben, dass einige Teilnehmer Schwierigkeiten bei der Übertragung des Gelernten auf ihr eigenes Mobiltelefon hatten und dadurch ihre Selbstsicherheit und Motivation verloren hatten. Foltz, Davies, Polson und Kieras (1988) liefern eine Erklärung für Schwierigkeiten beim Transfer von Wissen von einer Benutzungsschnittstelle auf eine andere. Sie untersuchten, welche Art von Unterschieden zwischen Schnittstellen den Transfer beeinflussen und fanden heraus, dass mangelnde Konsistenz zwischen Schnittstellen zu Schwierigkeiten führen, wobei lexikalische Inkonsistenz einen stärkeren Einfluss hat als strukturelle.

Außerdem deuten die Befunde an, dass die Motivation zur Anwendung des Gelernten von großer Bedeutung ist. Machin (2002) und Yamnill und McLean (2001) fassen eine Reihe von Interventionen zusammen, die den Transfer und das Weiterlernen fördern: (1) einfachen Zugang zum Training bieten, (2) situative Barrieren verringern und (3) gegen das Vergessen vorbeugen. Ein integriertes Training bietet diese Vorteile, da es jederzeit verfügbar ist und die Benutzer lernen können, wann sie möchten. Außerdem ist ein integriertes Training per Definition lexikalisch und strukturell konsistent zum jeweiligen Gerät.

Kapitel 6

Diskussion

Es werden im Folgenden die Entwicklung und die Gestaltung des integrierten Trainings und die darauf aufbauenden Studien zu verschiedenen Gestaltungsprinzipien diskutiert. Bei der Entwicklung wurde eine Interviewstudie und eine kognitive Aufgabenanalyse durchgeführt; anschließend wurde das entwickelte Training im Rahmen einer Vorstudie und einer Studie zur Nachhaltigkeit evaluiert. Nachdem sich das integrierte Training als eine fundierte Basis herausgestellt hatte, wurden Gestaltungsprinzipien untersucht, die viel versprechend für das Training älterer Benutzer sind. Neben dem empirischen Vergleich von Lernmaterialien wurden im Wesentlichen adaptive Gestaltungsprinzipien untersucht.

Das vorliegende Kapitel beginnt mit einer Diskussion zur Entwicklung integrierten Trainings (Abschnitt 6.1) und dessen Bewertung (Abschnitt 6.2). Es schließt sich eine integrierte Betrachtung der Ergebnisse zu den vergleichenden Studien an (Abschnitt 6.3). Abschließend werden die Grenzen des Trainingsansatzes und der vorgestellten Untersuchungen aufgezeigt (Abschnitt 6.4).

6.1 Trainingsentwicklung

Wie bereits zu Beginn des Kapitels 3 benannt, orientierte sich die Entwicklung des Trainings vorrangig an gängigen Vorgehensmodellen zur Entwicklung von Lehr- und Lernsystemen (Niegemann et al., 2004). Das integrierte Training entstand auf Grund theoretischer Überlegungen, umfangreicher Analysen und iterativer Verbesserung und endete mit der Evaluation des entwickelten Trainings. Dieses Vorgehen hat sich als erfolgreich und effizient erwiesen. Durch das theoriengeleitete Vorgehen startete der Entwicklungsprozess mit klaren Vorstellungen zu den Lehr- und Lernzielen, der Zielgruppe des Trainings sowie einer Aufstellung von fundierten Gestaltungsprinzipien und offenen Fragen.

Durch die Interviewstudie wurden wertvolle Erkenntnisse zu den Nutzern elektronischer Geräte gewonnen, die wiederum bei der Gestaltung der Gerätesimulation und des Trainings berücksichtigt wurden. Insbesondere die detaillierte Analyse der Nutzungshäufigkeit und Erfahrung mit einzelnen Komponenten und Funktionen gab wichtige Hinweise für die weitere Entwicklung. Eine Herausforderung war es für die Teilnehmer, detaillierte Informationen zur Nutzungsgeschichte und zu ihren Wünschen zur Gerätegestaltung und Lernunterstützung zu geben. Hier mussten sich die Teilnehmer lang zurückliegende Ereignisse ins Gedächtnis rufen und Prognosen zur zukünftigen Benutzung machen, was insbesondere wenig erfahrenen Benutzern schwer fiel. Das „biografische Vorgehen“ scheint ein guter Ansatz zur Befragung von Nutzern zu sein, was sich daran zeigt, dass viele Teilnehmer aufgrund des vorhergehenden Fragenkomplexes selbständig auf die nächst fol-

genden zu sprechen kamen. Auf Basis der Interviewdaten wurde der Funktionsaufbau der Gerätesimulation erstellt. Dadurch bietet die Gerätesimulation und das Training die für die Zielgruppe wesentlichen Funktionen an. Trotzdem wurde eine ausreichende Komplexität erzeugt, die Voraussetzung für die Wirksamkeit von Trainings war.

Schon zu Beginn der Entwicklung wurde deutlich, dass insbesondere für die Sequenzierung der Lektionen Erkenntnisse zur Komplexität der Lernaufgaben von grundlegender Bedeutung sind. Die kognitiven Aufgabenanalyse stellte sich als geeigneter Ansatz heraus, um die Schwierigkeit der Lernaufgaben zu ermitteln. Die Beschränkung auf eine qualitative Aufgabenanalyse (John, 1995) war eine gute Entscheidung, da der Analyseaufwand erheblich reduziert wurde und die Informationen zu den Handlungsschritten und Methoden der Lernaufgaben hinreichend für die Sequenzierung der Aufgaben war. Die Trainingsverläufe der Teilnehmer zeigen, dass die Sequenzierung aufgrund der kognitive Aufgabenanalyse als gelungen angesehen werden kann. Da das Training ohne große Schwierigkeitsunterschiede stattfand, war die Trainingsdauer in den einzelnen Lektion relativ gleichmäßig. Das wird in Abbildung 6.1 ersichtlich, da nur zu Beginn der ersten und zweiten Trainingseinheit deutlich längere Bearbeitungszeiten auftraten.

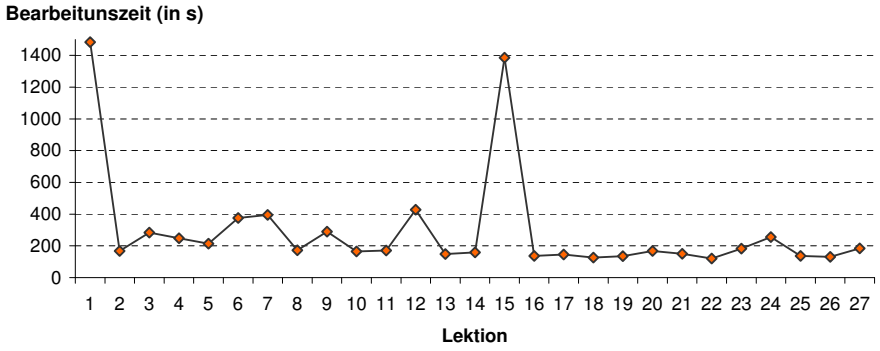

Abbildung 6.1: Bearbeitungszeit (in s) pro Lektion im Trainingsverlauf

Schwierig war die Abschätzung des Aufwands zur Umsetzung, so dass deutlich mehr Zeit in die Implementierung gesteckt werden musste als anfangs eingeplant. Die Handhabung der Komplexität des zu entwickelnden Trainings stellte eine große Herausforderung dar. Zum einen wurde deutlich, dass eine konsistente Gestaltung der Benutzungsschnittstelle hinsichtlich der Struktur von Handlungsabläufen mit zunehmendem Funktionsumfang schwieriger wird. Außerdem wurde klar, dass der Aufwand zur Herstellung lexikalischer Konsistenz innerhalb des Gerätes und das Training reduziert werden kann, indem Bezeichnungen für Elemente der Benutzungsschnittstelle, wie Tasten, Symbole und Menüstrukturen in frühen Phasen festgelegt werden. Je weiter der Entwicklungsprozess des Trainings fortgeschritten ist, desto größer ist der Aufwand, da Änderungen sich auch auf die Gestaltung der Trainings- und Instruktionstexte auswirken.

6.2 Trainingsbewertung

Aus der Vorstudie zur Evaluation und der Studie zur Nachhaltigkeit des Trainingseffekts kann geschlussfolgert werden, dass das integrierte Training sehr gut geeignet ist, den Lernerfolg und die Nachhaltigkeit zu fördern. Im Vergleich zum explorativen Lernen führt das entwickelte Training zu einer schnelleren Benutzung und weniger Fehlern. Der Lernerfolg zeigt sich auch in einem positiven Effekt des integrierten Trainings auf das Wissen der Lerner. Einschränkend ist jedoch anzumerken, dass keine signifikanten Effekte des Trainings auf die Selbstwirksamkeit gefunden wurden, was teilweise durch einen Versuchsleitereffekt begründet sein mag, so dass die Teilnehmer eher die Interaktion mit dem simulierten Mobiltelefon und die Betreuung während des Trainings als ausschließlich den Trainingsansatz bewerteten.

Auf den ersten Blick verwunderlich sind die Befunde zu den benötigten Tastendrücken im Abschlusstest, denn hier gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen dem integrierten Training und dem explorativen Lernen. Hinsichtlich der Tastendrücke gibt es jedoch eine nahe liegende Erklärung: die Lernenden explorierten selten selbständig und warteten auf Aufforderungen und Hilfestellungen des Versuchsleiters, wodurch jedoch kaum unnötige Handlungsschritte auftraten. Diese Schlussfolgerung wird gestützt durch den deutlich höheren Bedarf an Hilfestellungen beim explorativen Lernen. Dies belegt die Aussage, dass exploratives Lernen für wenig erfahrene und ältere Benutzer ungeeignet ist, sofern es nicht kombiniert mit einem expliziten Training angeboten wird (vgl. Fisk et al., 2004; Baldi, 1997).

Viele Teilnehmer machten vor dem Training Aussagen wie „Ich habe zwei linke Hände was Computer und Technik angeht.“, „Ich weiß nicht, ob ich das begreifen kann.“ oder „Ich hoffe, ich enttäusche Sie nicht.“. Nach dem Training merkten viele Teilnehmer an, dass ihnen die Teilnahme zu mehr Selbstbewusstsein und Mut zum Ausprobieren verholfen hat. Aussagen danach waren: „Ich habe nicht geglaubt, dass ich das lernen kann.“ oder „Ich bin begeistert und freue mich, das Gelernte an meinem Handy auszuprobieren.“. Ein Teilnehmer verbalisierte seine Veränderung folgendermaßen: „Vorher habe ich mich [beim Benutzen des Handys] wie eine Ratte im Labyrinth gefühlt, die hektisch alles ausprobiert. Jetzt benutze ich mein Handy und habe das Gefühl, mich in einer Wohnung zu bewegen, bei der alle Zimmer fein säuberlich vom Flur abgehen“. Diese Aussagen verdeutlichen den Wandel, der durch das integrierte Training angestoßen wurde.

Außerdem weisen die Befunde der Nachstudie einen deutlich positiven Effekt des integrierten Trainings auf die Benutzung des eigenen Mobiltelefons nach, der sich in einer intensiveren Nutzung nach dem Training zeigt. Die Nachhaltigkeit des integrierten Trainings kommt auch in der besseren Performanz und dem fundierteren Handlungs- und Strukturwissen über das eigene Mobiltelefon zum Ausdruck. Der positive Effekt des Trainings auf die Benutzung des eigenen elektronischen Gerätes wird moderiert durch die Motivation, auch nach dem Training das Gelernte auszuprobieren und anzuwenden. Die Förderung und Aufrechterhaltung der Bereitschaft zum Ausprobieren und Anwenden des Gelernten muss daher ein primäres Gestaltungsziel sein.

6.3 Ergebnisse der Trainingsstudien

In einer Reihe vergleichender Trainingsstudien wurden verschiedene Gestaltungsprinzipien untersucht. In einer ersten Studie wurde das Trainingsmaterial variiert, in einer zweiten wurde das Prinzip der Komplexitätsanpassung und der Programmkontrolle beleuchtet. In einer anschließenden Studie wurde die Wechselwirkung zwischen Komplexitätsanpassung und Interaktivität des Lernmaterials untersucht.

Für die integrierte Diskussion der Trainingsstudien wurden die signifikanten Effekte verglichen. Die Auswertung erfolgt über Varianzanalysen, für die als Maß der Effektstärke das partielle η^2 verwendet wird, wobei gilt (Bortz & Döring, 2002):

- $\eta^2 = 0{,}010$ klein
- $\eta^2 = 0{,}058$ mittel
- $\eta^2 = 0{,}137$ groß

In der ersten Studie (Kapitel 5.1) wurde das integrierte Training mit einer papierbasierten Bedienanleitung verglichen, wobei sich beide Varianten nur hinsichtlich des verwendeten Materials unterscheiden: beim integrierten Training wird audio-visuelles und bei der papierbasierten Anleitung schriftliches Material verwendet. Trainingsaufwand und -effekt werden nicht bedeutsam durch die Wahl des Lernmaterials beeinflusst. Dies stützt die Befunde von Borenstein (1985), der der Qualität von Hilfetexten eine größere Bedeutung für den Lernerfolg zuspricht als etwa der Gestaltung der Trainingsinhalte (zitiert nach McGrenere, 1998). Wie bereits im Abschnitt 5.1 angeführt, gibt es nur im Trend Effekte im Trainingsaufwand zugunsten des integrierten Trainings: beim Training mit Bedienanleitung wird etwas mehr geübt als beim interaktiven Training. Dies kann so gedeutet werden, dass die mangelnde Interaktivität der papierbasierten Instruktionen durch einen stärkeren Bedarf nach selbständigem Üben ausgeglichen wird. Wie bereits in der Ergebnisdiskussion der Studie angeführt (Kapitel 5.1), kann jedoch davon ausgegangen werden, dass Benutzer im alltäglichen Leben nicht im gleichen Maße wie bei der Trainingsstudie die Motivation mitbringen, selbständig zu üben, um die mangelnde Interaktivität des Lernmaterials auszugleichen.

Die Gestaltungsprinzipien zur Anpassung des Trainings an den individuellen Erfahrungsstand, die in der zweiten Trainingsstudie untersucht wurden (Kapitel 5.2), haben deutliche Effekte auf den Trainingsaufwand, den Trainingseffekt und die Bewertung des Trainings durch die Lerner. Die Analyse der Interaktionseffekte der beiden untersuchten Gestaltungsprinzipien „Anpassung der Komplexität an den Lerner“ und „Programmkontrolle durch explizite Systemhinweise“ ergibt, dass beide Prinzipien als unabhängig voneinander angesehen werden können, so dass ein separater oder auch kombinierter Einsatz möglich ist.

Tabelle 6.1 gibt einen Überblick der bedeutsamen Effekte von Programmkontrolle mittels expliziter Systemhinweise zum Lernerfolg und Übungsbedarf. Zusammenfassend verringert ein Training mit expliziten Systemhinweisen die Selbstwirksamkeit und erhöht den Trainingsaufwand. Im Vergleich zum Training ohne explizite Systemhinweise führte das

Training mit Systemhinweisen zu einer höheren erlebten Anstrengung und mehr Tastendrücken während der ersten Hälfte des Trainings. Außerdem verringerte sich die Anzahl durchgeführter Übungen deutlich. Der mittlere Effekt von Programmkontrolle durch Systemhinweise auf die Selbstwirksamkeit der Lernenden verdeutlicht, dass durch die Systemhinweise die Selbstwirksamkeit nicht gefördert wird. Aus den Äußerungen einiger Teilnehmer während des Trainings kann geschlussfolgert werden, dass sie die systeminitiierten Vorschläge zum Übungsbedarf als negative Rückmeldungen erlebten und dadurch verunsichert wurden. Bei der Gestaltung der systeminitiierten Vorschläge sollte daher noch stärker darauf geachtet werden, negative Rückmeldungen positiv und selbstwertförderlich zu formulieren.

Tabelle 6.1: Effektgrößen (η^2) signifikanter Effekte (p>0,05) von Programmkontrolle durch explizite Systemhinweise

Abhängige Variable	Effektgröße (η^2)	Richtung	Parameter
Bewertung des Trainings	0,122	negativ	Selbstwirksamkeit
Trainingsaufwand	0,100	negativ	Ansrengung
	0,123	negativ	Tastendrücke
	0,128	negativ	Übungen
Trainingseffekt	-	-	-

Wie bereits in Abschnitt 5.2 dargestellt, befolgten die Lerner in etwa 90 Prozent der Fälle die Vorschläge des Trainingsprogramms. Dies steht im Zusammenhang mit den Aussagen einiger Teilnehmer, dass sie die Vorschläge als Anweisungen empfanden, was einen negativen Effekt auf das Kontrollbedürfnis hatte (vgl. McGrenere, 1998). Bezug nehmend auf Haccoun und Saks (1998) ist die Selbstwirksamkeit eine entscheidende Bedingung für Lernerfolg sowie Transfer und muss daher unbedingt berücksichtigt werden. Um wenig erfahrene Lerner durch Programmkontrolle zu unterstützen und den zunehmenden Bedarf des Lernes nach Kontrolle über das Lernsystem zu berücksichtigen, kann eine Kombination sinnvoll sein, bei der erst programmkontrolliert trainiert wird und im Trainingsverlauf der Lerner mehr und mehr Verantwortung für den Lernprozess übernimmt.

Die Anpassung der Komplexität an den Erfahrungsstand hat einen durchgängig positiven Einfluss auf den Trainingseffekt (Tabelle 6.2), jedoch keine Effekte auf die Bewertung des Trainings und den Trainingsaufwand. Die Effekt auf die Leistung der Lerner sind mittel bis hoch: bei einem Training mit einem mitwachsenden System werden weniger Tastendrücke benötigt und treten weniger Rücksprünge zum Startdisplay auf. Dieser Effekt ist ein deutlicher Indikator dafür, dass die Anpassung der Komplexität an den Erfahrungsstand die Fehlerhäufigkeit reduziert. Dieser positive Effekt des mitwachsenden Systems zeigt sich insbesondere bei neuen Aufgaben, bei denen der Lerner einen Wissenstransfer leisten muss, was für eine fundierte Repräsentation der Wissenstruktur spricht. Diese Schlussfolgerung wird durch mittlere Effekte der Komplexitätsanpassung auf das Handlungs- und Strukturwissen gestützt. Die positive Wirkung liegt sicherlich auch darin, dass die negativen Aspekte sich anpassender Systeme reduziert wurden, indem bei der Gestaltung blockierte Funktionen nur als deaktiviert gekennzeichnet wurden anstatt sie auszublenden. Anstatt den Aufbau der mentalen Repräsentation durch ein sich ständig änderndes System zu erschweren, wurde der Aufbau von Fertigkeiten durch konsistente Darstellung

der Informationen unterstützt (Schneider & Shiffrin, 1977). Zusammenfassend stellt Komplexitätsanpassung durch ein mitwachsendes System das erfolgreichste Gestaltungsprinzip dar, da der Trainierende durch die Maximierung des Erfolgserlebnisses Selbstwirksamkeit erlebt und auch bei neuen Aufgaben weniger Hilfestellungen benötigt, die er im täglichen Leben auch nicht hätte.

Tabelle 6.2: Effektgrößen (η^2) signifikanter Effekte (p>0,05) der Anpassung der Komplexität an den Erfahrungsstand

Abhängige Variable	Effektgröße (η^2)	Richtung	Parameter
Bewertung des Trainings	-	-	-
Trainingsaufwand	-	-	-
Trainingseffekt	0,117 - 0,143	positiv	Tastendrücke
	0,101 - 0,176	positiv	Rücksprünge
	0,093	positiv	Transferaufgaben
	0,092	positiv	Handlungswissen
	0,129	positiv	Strukturwissen

In einer anschließenden Studie (Kapitel 5.3) wurde der Effekt von Komplexitätsanpassung bei Lernmaterial untersucht, das nicht interaktiv ist, so dass durch die schrittweise Erweiterung des Funktionsumfangs zwar eine visuelle Strukturierung stattfindet, jedoch die Handlungsausführung unbeeinflusst bleibt. Die Ergebnisse legen nahe, dass der positive Effekt der Komplexitätsanpassung nicht allein durch die visuelle Strukturierung der Lerninhalte erklärt werden kann. Unter dieser Bedingung gibt es keinen Effekt von Komplexitätsanpassung auf den Trainingserfolg. Dies kann dahingehend gedeutet werden, dass ein Training mit mitwachsendem System bei Interaktivität besonders wirkungsvoll ist. Demnach entfaltet Komplexitätsanpassung seine positive Wirkung, wenn das integrierte Training interaktiv gestaltet ist. Ergänzend zeigen die Ergebnisse der Diplomarbeit von Corina Hausdorf (Hausdorf, 2008), die einen Vergleich zwischen animiertem und interaktivem Training durchführte, dass ein interaktives Training hinsichtlich Trainingsaufwand und Selbstwirksamkeit einem animierten Training überlegen ist. So kompensieren Teilnehmer eines animierten Trainings die mangelnde Interaktivität, indem sie deutlich mehr selbständig üben als bei einem interaktiven Training.

Die expliziten Systemhinweise der Programmkontrolle wurden durch einen Wizard-Of-Oz-Ansatz realisiert, da es bisher keine technische Lösung für die sichere automatischen Erkennung des Lernzustandes gibt. Dafür wurden aus den Beobachtungen der Trainingsstudien Entscheidungsregeln des Wizards abgeleitet, die im wesentlichen darin bestehen, dass dem Lerner zusätzliches Üben empfohlen wird, wenn beim geführten Training Unsicherheiten und Fehler auftraten. Dass der Wizard in der Lage ist, den Lernerfolg und Übungsbedarf einzuschätzten, wird durch eine Analyse der Beurteilerübereinstimmung zwischen zwei Versuchsleitern gestützt, die bei zehn Teilnehmern unabhängig voneinander den Lernerfolg und Übungsbedarf nach jeder Lektion auf einer Ratingskala einschätzen. Die Ergebnisse befinden sich in Anhang A (Tabelle A.23) und zeigen eine mittlere bis gute Übereinstimmung der beiden Beurteiler.

Sowohl für eine Anpassung der Komplexität an den Erfahrungsstand des Lerners als auch für Programmkontrolle durch explizite Systemhinweise ist Kenntnis über Indikatoren des Lernefolgs und Erfahrungszuwachs notwendig. In der vorliegenden Arbeit wurde daher versucht, aus Analysen von Zusammenhängen zwischen Parametern des Trainingsverlaufs und des Trainingseffekts Indikatoren während des Trainings abzuleiten, die erfolgreich den Lernerfolg vorhersagen. Basierend auf Studien von Freundenthal (2001), Ziefle und Bay (2005) sowie Ziefle (2002) und eigenen Beobachtungen während der Trainingsstudien wurden Erfolg versprechende Parameter abgeleitet und anschließend Regressionen mit dem Lernerfolg als Zielvariable berechnet. Insgesamt klären die Indikatoren 27 bis 70 Prozent der Varianz auf, wobei sich Rücksprünge zum Startdisplay, die benötigte Zeit für Auswahloperationen sowie die Navigation im Hauptmenü als geeignete Prädiktoren herausgestellt haben.

An den Trainingsstudien nahmen Menschen zwischen 50 und 80 Jahren teil, was zu einer starken Heterogenität der Stichprobe führte. Michael Knoche untersuchte in seiner Diplomarbeit, die er im Rahmen der vorliegenden Arbeit anfertigte, inwieweit das Alter und die Erfahrung der Teilnehmer deren Lernerfolg beeinflussen. Dafür verglich er die 50-65 jährigen mit den 66-80 jährigen Teilnehmer der Trainingsstudie im Trainingserfolg. Zwei Befunde waren statistisch bedeutsam: jüngeren Teilnehmer benötigten weniger Zeit für die Bearbeitung des Abschlusstest und schätzten sich als selbstwirksamer ein als die älteren. Dies stützt die Befunde von Czaja et al. (2006), wonach die Selbstwirksamkeit ein wichtiger Faktor für die Benutzung ist, ältere Menschen jedoch weniger Selbstwirksamkeit erleben als jüngere. In einer Post-hoc-Analyse konnte gezeigt werden, dass diese Altersunterschiede mit der Vorerfahrung und dem räumlichen Vorstellungsvermögen zusammenhängen. Dies stärkt Befunde von Czaja et al. (2006), Charness et al. (2001), Fisk et al. (2004) und Baldi (1997), wonach die Unterschiede zwischen älteren und jüngeren Benutzern größtenteils auf das Vorwissen, die Erfahrung und das räumliche Vorstellungsvermögen zurückzuführen sind. Die Ergebnisse sprechen dafür, dass bei der Festlegung der Zielgruppe von Trainings die Analyse des Vorwissens und der Erfahrung im Vordergrund stehen sollte.

Zusammenfassend haben sich eine Reihe von Gestaltungsprinzipien als wirkungsvoll erwiesen. Diese können in frühen Phasen der Entwicklung von integrierten Trainings eingesetzt werden:

- Ganzheitlichkeit von Lernaufgaben: Eine Lerneinheit sollte die gesamte Aufgabe vermitteln, so dass der Lerner die Sinnhaftigkeit der Lernaufgabe nachvollziehen kann und kognitiven Aufwand spart, der durch das Zusammensetzen der einzelnen Teilaufgaben entsteht.

- Sequenzierung anhand der Schwierigkeit: Die Lernaufgaben sollten so vermittelt werden, dass mit den einfachen Aufgaben begonnen wird und sich die Schwierigkeit mit jeder weiteren Lektion erhöht.

- Vermittlung der Relevanz: Insbesondere bei wenig erfahrenen Lernern erhöht sich die Bereitschaft zum Lernen, wenn die Relevanz der Lerninhalte für den eigenen Alltag vermittelt wird.

- Übung und Wiederholung: Trainierende haben ein Bedürfnis danach, die erworbenen Fertigkeiten selbständig zu üben und dadurch zu festigen. Diesem Bedürfnis sollte Rechnung getragen werden, indem den Lernern Übungsaufgaben angeboten werden.
- Interaktivität und Handlungsbezug: Das Prinzip der Interaktivität ist eines der wirkungsvollsten Prinzipien eines integrierten Trainings. Lerner profitieren von Trainings, die in hohem Maße interaktiv sind und dem Trainierenden ermöglichen, im Handlungsvollzug zu lernen.
- Erfahrungsabhängige Komplexitätsanpassung: Ein weiteres äußerst wirkungsvolles Gestaltungsprinzip stellt die schrittweise Anpassung der Komplexität von Lernsystemen an den individuellen Erfahrungsstand des Lerners dar.
- Interaktion zwischen Adaptivität und Interaktivität: Die Wirksamkeit des Prinzips der Komplexitätsanpassung anhand der Benutzererfahrung ist bei einem interaktiven Trainings besonders groß. Damit sollten die beiden wirksamsten Prinzipien kombiniert angeboten werden.

Die Analysen und Trainingsstudien ergaben auch, dass ein bestimmtes Lernmaterials nicht grundsätzlich einen großen Einfluss auf den Lernerfolg hat. Vielmehr muss der Entwickler von Fall zu Fall entscheiden, welches Trainingsmaterial geeignet ist, um die entsprechenden Lerninhalte zu vermitteln.

Einschränkend ist anzumerken, dass sich das Prinzip der Programmkontrolle negativ auf die Selbstwirksamkeit und teilweise negativ auf den Trainingsaufwand auswirkt. Ein Training, welches mit Programmkontrolle beginnt und mit wachsenden Erfahrungsstand des Lerners sukzessive weniger explizite Systemhinweise gibt, könnte eine sinnvolle Alternative sein, was jedoch weitere Analysen erst zeigen müssen.

6.4 Grenzen von Untersuchungsansatz und Trainingsgestaltung

Die Anzahl der Teilnehmer, die nach dem ersten Trainingstag nicht mehr zum Training erschienen sind, war mit zwei bis drei Teilnehmern pro Studie (etwa 5 Prozent) gering. Gründe waren zum einen Erkrankungen und andere persönliche Gründe, zum anderen tatsächliche und wahrgenommene Überforderung. Der drop-out durch Überforderung hängt mit dem biologischen Alter und der Bildung der Teilnehmer zusammen. So waren die überforderten Teilnehmer entweder um die 80 Jahre oder hatten keinen Schulabschluss, was zu Schwierigkeiten beim Verstehen der Instruktionen führte. Außerdem gaben einige der Teilnehmer um die 80 Jahre an, dass es ihnen schwerfiel, sich zu konzentrieren und die vermittelten Informationen aufzunehmen. Diese Indizien zeigen die Grenzen der Anwendbarkeit des Trainings auf: Generell ist das integrierte Training hinsichtlich Bildung und Altersgruppe sehr breit anwendbar, die Altersobergrenze liegt bei etwa 80 Jahren. Ein grundlegendes Instruktionsverständnis ist Voraussetzung.

Die Teilnehmer wurden durch Informationsveranstaltungen auf der „Langen Nacht der Wissenschaften“ 2006 und 2007, in Seniorenclubs sowie durch Aushänge und über einen Zeitungsartikel in einer Lokalzeitung gewonnen. Es ist eine adhoc-Stichprobe, da sich

die Teilnehmer freiwillig für das Training meldeten. Dies war sinnvoll, da die Zielgruppe interessierte ältere Menschen waren, die sich als wenig bzw. unerfahren im Umgang mit Mobiltelefonen einschätzen. Ziel der vorliegenden Arbeit war es nicht, die Wirksamkeit des Trainings bei Menschen ohne Interesse an Mobiltelefonen und einem Training zu überprüfen. Dadurch beschränkt sich jedoch die Aussagekraft der Ergebnisse auf motivierte ältere Menschen. Weiterhin ist anzumerken, dass sich auch Menschen zum Training angemeldet haben, die sich als unerfahren wahrnahmen, jedoch tatsächlich mittelmäßig erfahren waren. Zum einen erhöhte sich dadurch die Heterogenität der Stichprobe, zum anderen empfanden einige der mittelmäßig erfahrenen Teilnehmer den ersten Trainingstag als Unterforderung. Daraus wird ersichtlich, dass das integrierte Training vorrangig für Menschen ohne oder mit wenig Erfahrung im Umgang mit elektronischen Geräten geeignet ist. Dies zeigt auch, dass Unterforderung ein wichtiges Thema ist, was eine Anpassung der Komplexität an den Erfahrungsstand des Lerners umso wichtiger macht.

Es stellt sich zudem die Frage der Übertragbarkeit der Ergebnisse auf unerfahrene Benutzer jüngerer Altersgruppen. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass auch jüngere Erwachsene beim Erlernen neuer Geräte Schwierigkeiten haben und daher Unterstützung bräuchten. So zeigten Dahm et al. (2004) in einer breit angelegten Untersuchung zur Gebrauchstauglichkeit von Mobiltelefonen, dass auch jüngere Erwachsene - insbesondere solche mit wenig Erfahrung - Schwierigkeiten beim Umlernen von einem auf ein neues Mobiltelefon haben. Die Trainingsstudien der vorliegenden Arbeit wurden jedoch nur mit älteren Erwachsenen durchgeführt, auf Vergleiche mit jüngeren Erwachsenen wurde verzichtet, da es im deutschsprachigen Raum kaum jüngere Erwachsene ohne oder mit wenig Erfahrung im Umgang mit Mobiltelefonen gibt. Wie bereits angeführt, spricht vieles dafür, dass die Vorerfahrung und nicht das biologische Alter die entscheidende Einflussgröße ist. Daher ist anzunehmen, dass Menschen unterschiedlichen Alters mit wenig Erfahrung im Umgang mit elektronischen Geräten von einem integrierten Training profitieren.

Insgesamt erwiesen sich die verwendeten Parameter für die Ermittlung des Lernerfolg als geeignet. So waren sie sensitiv, Gruppenunterschiede auszuweisen und führten zu konsistenten Befunden, ohne dabei jedoch redundant zu sein. Deutlich wird auch, dass eine Gruppe von Erfolgsindikatoren aussagekräftiger ist als einzelne Parameter. Die genaue Analyse der Parameter des Trainingsverlauf zeigt die Bedeutung detaillierter Analysen spezifischer Erfolgsindikatoren für die Vorhersage von Lernerfolg, wie beispielsweise die Rücksprünge zum Startdisplay, Navigation im Hauptmenü oder Aktionen zum Auswählen und Bestätigen von Aktionen. Die Beschränkung liegt jedoch darin, dass diese Parameter hypothesengeleitet extrahiert wurden, so dass nicht garantiert werden kann, dass sie tatsächlich die besten Indikatoren sind. Ähnliches gilt für die verwendeten Parameter zur Analyse der Leistung nach dem Training. Obwohl sich die verwendeten Parameter, wie Anzahl der Tastendrücke, Rücksprünge und Bearbeitungszeiten als sensitiv für Gruppen- und Leistungsunterschiede erwiesen haben, wären ergänzende Analysen von Handlungsmustern und individuellen Veränderungen aufschlussreich, jedoch ohne automatische Unterstützung nur mit sehr großem Aufwand möglich.

Hinsichtlich des Untersuchungsansatzes ist kritisch anzumerken, dass vor dem Training keine Erfassung der Leistung erfolgte. Der Grund war, dass eine solche Leistungsmessung

die Berührungsangst der wenig und unerfahrenen Teilnehmern erhöht und die Selbstwirksamkeit verringert hätte. Um den positiven Effekt des Trainings auf den Lernerfolg nachzuweisen, wurde eine Trainingsgruppe mit einer Kontrollgruppe ohne explizites Training verglichen. Durch die Parallelisierung der Trainingsgruppen hinsichtlich wesentliches Kontrollvariablen konnten die Gruppenunterschiede im Lernerfolg auf die Gestaltungsprinzipien zurückgeführt werden. Die Erfassung der Baseline ist jedoch Voraussetzung, um die Differenzbildung zwischen der Leistung vor und nach dem Training zu bestimmen, so dass eine getrennte Betrachtung von Vorwissen und Erfahrungszuwachs möglich wird. Post-hoc wurde daher versucht, auch ohne Baseline den individuellen Lernzuwachs zu ermitteln, indem die Differenzen der Ausprägungen in den Trainingsparameter zur Anfangsleistung für eine Teilstichprobe berechnet wurden. Die Trainingszeit, Tastendrücke, Übungen pro Lektionen sowie die Erfolgsindikatoren „Rücksprünge“, „Navigation im Hauptmenü“ und „Bestätigen der Auswahl“ wurden in Relation zur dritten Lektion gesetzt. Die dritte Lektion wurde herangezogen, da dort erstmals die Benutzung des Menüs vermittelt wurde. In der vorliegenden Arbeit führte diese ipsative Analyse jedoch zu keinen neuen Erkenntnissen, vielmehr traten Probleme mit der Interpretation der Ergebnisse auf: Da der Trainingsfortschritt mit der Vorerfahrung des Lerners konfundiert ist, weisen wenig bis mittelmäßig erfahrene Lerner einen geringeren Trainingsfortschritt auf als unerfahrene. Dadurch sagt der individuelle Trainingsfortschritt nur bedingt etwas über den Lernerfolg des Teilnehmers aus.

Üblicherweise werden dem Lerner zur Messung der Performanz nach einer Intervention Aufgaben gegeben, die er selbständig ohne Hilfe löst, so dass die Anzahl falsch oder ungelöster Aufgaben Indikator für den Lernerfolg sind. In der vorliegenden Arbeit dagegen wurden dem Lerner bei Schwierigkeiten Hilfestellungen anzubieten, um ihn nicht durch falsche oder ungelöste Aufgaben zu frustrieren und den intendierten positiven Effekte des Trainings auf die Selbstwirksamkeit zu schmälern. Die in Anspruch genommenen Hilfestellungen wurden als ein Indikator für die Leistung herangezogen. Durch Festlegung von Regeln für Hilfestellungen wurden Versuchsleitereffekte minimiert, jedoch sind sie nicht vollständig auszuschließen. Auch musste geklärt werden, ob durch die Hilfestellungen bei den Leistungstests zwischen den Trainingseinheiten Lernen zusätzlich zum Training ermöglicht wird. In einer Vorstudie wurde daher der Einfluss der Leistungstests auf den Lernerfolg geklärt, indem das Training mit und ohne die Zwischentests hinsichtlich des Lernerfolgs miteinander verglichen wurde. Die Ergebnisse zeigen keinen bedeutsamen Einfluss der Zwischentests auf den Lernerfolg, so dass diese nicht bedeutsam zur Erklärung des Lernerfolgs beitragen.

Weiterhin stellt sich die Frage nach der Übertragbarkeit des Ansatzes auf die selbständige Anwendung im realen Leben. So fanden die Trainings in einer kontrollierten Lernsituation statt, die motivierten Menschen die Möglichkeit gab, an einem kostenloses Training teilzunehmen. Durch die Testsituation wurde ein Rahmen vorgegeben, Interview und Fragebogen zur Vormessung stimmten den Lerner ein und die Anwesenheit des Versuchsleiters wirkte verbindlich. Durch die Kommentare der Teilnehmer wird deutlich, dass einige die Anwesenheit des Versuchsleiters als hilfreich empfanden. Offen ist daher die Frage, ob im realen Leben ohne persönliche Assistenz die positiven Effekte des integrierten Trainings in gleichem Ausmaß auftreten. Hier sind weiterführende Feldstudien notwendig, in denen

das integrierte Training im alltäglichen Leben getestet wird.

Feldstudien sind außerdem aufschlussreich, um den langfristigen Einfluss eines integrierten Trainings auf den Lernerfolg zu untersuchen. In den Trainingsstudien wurden bisher kurzfristige Effekte des integrierten Trainings auf den Lerner untersucht. Welchen Einfluss die untersuchten Gestaltungsprinzipien auf die mittelfristige und langfristige Nutzung und Performanz haben, wurde bisher nicht erforscht. So bleibt auch die Frage offen, welche Auswirkungen die sich anpassenden Varianten auf langfristiges Behalten und Lernen haben. Die Studie zur Nachhaltigkeit lässt jedoch vermuten, dass ein integriertes Training auch mittel- und langfristig positive Effekte auf die Nutzung und Leistung elektronischer Geräte hat.

Durch den ständigen technologischen Wandel wird es immer Menschen geben, die die Benutzung der neuen Technologien erst erlernen müssen. Neue Bedienkonzepte und Interaktionsformen werden für die Generationen eine Herausforderung darstellen, die nicht damit aufgewachsen sind. Der in der vorliegenden Arbeit entwickelte Ansatz zur Integration von Trainings in das jeweilige Gerät wird damit auch für Nutzer der Zukunft eine Unterstützung beim Erlernen der Benutzung darstellen.

Kapitel 7

Zusammenfassung und Ausblick

7.1 Zusammenfassung der Arbeit

Lebenslanges Lernen wird zu einer wichtigen Kulturtechnik. Moderne elektronische Geräte fordern vom Benutzer ständiges Lernen. Insbesondere älteren Menschen fehlt häufig das nötige Bedien- und Funktionswissen. So schlussfolgert Negroponte (Negroponte, 1995, S. 6): „Some people worry about the social divide between the information-rich and the information-poor, the haves and the have-nots, the First and the Third World. But the real cultural divide is going to be generational.“ Auch Czaja et al. (2006) kommen zu dem Schluss, dass Menschen, die elektronische Geräte wenig nutzen, zunehmend aus Arbeitssystemen sowie sozialen und gesellschaftlichen Systemen ausgeschlossen werden. Ein viel versprechender Ansatz zur Überwindung dieses Problems besteht darin, ein Training für wenig oder unerfahrene Benutzer in das Gerät zu integrieren und dadurch selbständiges Lernen zu ermöglichen.

In der vorliegenden Arbeit wurde der Frage nachgegangen, wie ein Training für ältere Menschen mit wenig Erfahrung im Umgang mit elektronischen Geräten gestaltet sein sollte, das integriert in das jeweilige Gerät selbständiges Lernen ermöglicht. Es wurden Entscheidungsfelder für die Gestaltung von Lernsystemen herausgearbeitet, für die zusammen mit Erkenntnissen zu altersdifferenzierten Effekten hinsichtlich Lernen und Benutzung elektronischer Geräte Prinzipien für die Gestaltung eines integrierten Trainings für ältere Lerner abgeleitet wurden. Außerdem wurde der Bedarf nach zusätzlichen Analysen und weiteren Trainingsstudien deutlich, wobei sich insbesondere die Frage nach dem Effekt eines sich an den individuellen Erfahrungsstand anpassenden Trainings auf den Lernerfolg älterer Menschen als besonders viel versprechend herausstellte.

Am Beispiel des Mobiltelefons als prototypischen Vertreter elektronischer Geräte wurde eine Gerätesimulation mit dazugehörigem integrierten Training entwickelt. Für die Gestaltung wurde eine Interviewstudie mit älteren Benutzern von Mobiltelefonen und eine kognitive Aufgabenanalyse durchgeführt. Eine Studie zur Evaluation des integrierten Trainings ergab einen bedeutsamen Effekt des integrierten Trainings auf den Lernerfolg. Auch eine zusätzliche Follow-Up-Studie zur Nachhaltigkeit des Trainingserfolgs weist den positiven Einfluss des Trainings auf die Benutzung des eigenen Mobiltelefons aus. In einer Studie, in der das integrierte Training mit einer papierbasierten Anleitung verglichen wurde, zeigt sich kein Effekt des Trainingsmaterials auf den Trainingseffekt.

Hinsichtlich der Adaption des Trainings an den Lerner kristallisierten sich die Anpassung der Komplexität an den Erfahrungsstand des Lerners und die adaptive Unterstützung des Lernprozesses durch Systemvorschläge als Erfolg versprechende Gestaltungsprinzipien

heraus. Wenig erfahrene Menschen profitieren von einer Benutzungsschnittstelle, welche die Berührungsschwelle zu Beginn gering hält und ihre Komplexität an die Erfahrung des Lernenden anpasst. Daher wurde eine Trainingsvariante entwickelt, bei der sich die verfügbare Funktionsmenge mit der wachsenden Erfahrung des Lerners schrittweise erweiterte. Dafür wurden zu Beginn des Trainings fast alle Funktionen grau hinterlegt und deaktiviert, so dass die visuelle Aufmerksamkeit auf relevante Aspekte gelenkt wurde und Fehler durch das Blockieren falscher Bedienwege vermieden wurden. Hinsichtlich adaptiver Unterstützung des Lernprozess wurde eine Trainingsvariante entwickelt, die den Lerner durch explizite Systemhinweise zum Lernerfolg und Übungsbedarf unterstützt.

In einer Trainingsstudie wurden diese beiden Prinzipien in ihren Effekten auf den Trainingsaufwand und -erfolg untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass die Anpassung der Komplexität an die Erfahrung des Lernenden einen positiven Einfluss auf den Lernerfolg hat. In einer anschließenden Nachstudie wurde der Frage nachgegangen, ob der positive Effekt eines Trainings mit Komplexitätsanpassung eher auf die Steuerung der Aufmerksamkeit oder das Vermeiden von falschen Bedienwegen zurückzuführen ist. Die Ergebnisse deuten an, dass insbesondere das Verhindern von Fehlern durch Blockieren von Funktionen für den Lernerfolg verantwortlich ist. Die adaptive Unterstützung durch explizite Systemhinweise hatte keinen signifikanten Effekt auf den Lernerfolg und verringert die Selbstwirksamkeit der Lerner.

Die vorliegende Arbeit stellt Entwicklern von Trainings und elektronischen Geräten einen fundierten Ansatz sowie Erkenntnisse für die Gestaltung von integrierten Trainings bereit, die Menschen mit wenig Vorerfahrung beim Erlernen der Benutzung elektronischer Geräte unterstützen. Die Gestaltungsprinzipien für eine Anpassung des integrierten Trainings an den individuellen Erfahrungsstand der Lerner eröffnen Entwicklern neue Möglichkeiten für noch effektivere und effizientere Trainings. Auch wird der Bedarf nach Ansätzen zur Integration einer Trainingskomponente in die Benutzungsschnittstelle elektronischer Geräte sowie nach geeigneten Parametern für die Gestaltung erfahrungsabhängiger Trainings deutlich.

7.2 Ausblick

Eine offene Frage stellt die Umsetzung der Integration des Trainings in das jeweilige Gerät dar. Das integrierte Training muss dabei sowohl von wenig erfahrenen Benutzern aktiviert werden können, darf jedoch zugleich erfahrene nicht in ihrer Benutzung stören. Erste Überlegungen bestehen darin, für das Anschalten des Trainings eine Taste bereitzustellen, die durch eindeutige Beschriftung und Hinweis in der Bedienanleitung bekannt gemacht wird. Dieser Ansatz hätte den Vorteil, erfahrene Benutzer nicht zu benachteiligen, setzt jedoch voraus, dass unerfahrene Benutzer die Anfangshürde überwinden, die die Aktivierung des Trainings darstellt. Ein weiterer Ansatz bestünde in einem systeminitiierten Hinweis beim Start des Gerätes, wobei dem Benutzer die Auswahl überlassen wird, das Training durchzuführen oder abzulehnen. Zur Beantwortung dieser Fragestellung sind Feldstudien besonders geeignet, bei denen im realen Anwendungskontext in Kooperation mit Entwicklern und Herstellern von elektronischen Geräte nach geeigneten und machbaren Designlösungen gesucht wird.

Es wurde in der vorliegenden Arbeit die Lernphase fokussiert, d.h. die Anfangsphase der Benutzung, in der das nötige Wissen zur Bedienung des jeweiligen elektronischen Gerätes erworben wird. Grundsätzlich würde sich der Ansatz eines integrierten Trainings auch in der Anwendungsphase anbieten, in der die barrierefreie Benutzung im Vordergrund steht. So könnten beispielsweise kontextsensitiv einzelne Lektionen zum Erlernen unbekannter oder zum Auffrischen vergessener Funktionen angeboten werden. Wie bereits für die Initialisierung des integrierten Trainings angeführt, besteht das Dilemma darin, dass systeminitiierte Vorschläge die Gefahr bergen, die Benutzer bei der Handlungsausführung zu stören, jedoch eine benutzerinitiierte Gestaltung insbesondere für unerfahrene Nutzer eine zusätzliche Barriere darstellt.

Ebenso stellt die Anpassung des Funktionsumfangs an den individuellen Erfahrungsstand ein Gestaltungsprinzip dar, welches sich auch in der Nutzungsphase anbieten würde, um die Schwelle für wenig erfahrene Benutzer zu reduzieren und den Funktionsumfang individuell auf den jeweiligen Benutzer abzustimmen. Jedoch ist auch hier die Frage nach dem geeigneten Ansatz zu klären, mit dem Funktionen aktiviert und blockiert werden. Wie bereits in Kapitel 5.2 diskutiert, sind systeminitiierte Vorschläge für wenig erfahrene Benutzer eher geeignet als die Flexibilisierung der Schnittstelle durch Möglichkeiten zur Personalisierung des Funktionsumfangs, da dieses Benutzerwissen voraussetzt, welches Anfänger noch nicht haben.

Nach Oppermann (1994) müssen bei der Entwicklung adaptiver Systemkomponenten drei Subsysteme berücksichtigt werden: das Diagnosemodul, das das relevante Benutzer- und Lernerparameter aus dem Interaktionsverhalten extrahiert, das Inferenzmodul, das aus den extrahierten Parametern des Benutzers die Anpassung des Systems ableitet und ein Modul, das die abgeleiteten Anpassungen initiiert und visualisiert. Bisher fehlt es an zuverlässigen Diagnoseparametern, die eine systeminitiierte Anpassung erst möglich machen (Reinmann-Rothmeier & Mandl, 1998; Leutner, 2002), denn von der Kenntnis geeigneter Parameter zur Diagnose ist die Güte der systeminitiierten Vorschläge und Eingriffe abhängig. In der vorliegenden Arbeit wurde damit begonnen, Parameter des Trainingsverlaufs herauszuarbeiten, die als Indikatoren für den Lernerfolg herangezogen werden können. Es ist angedacht, die erhobenen Daten als Grundlage für weitere Analysen zur Identifikation von Parametern des Lernfortschritts heranzuziehen. Dafür sollen Suchalgorithmen entwickelt werden, mit denen eine effiziente Auswertung potentieller Parameter ermöglicht wird und auch komplexere Handlungsmuster extrahiert werden können.

Wie bereits diskutiert, stellt die Benutzung komplexer Geräte auch für wenig erfahrene jüngere Benutzer eine Herausforderung dar (Dahm et al., 2004), so dass ein integriertes Training für sie relevant sein könnte. Für eine Generalisierung der gefundenen Gestaltungsprinzipien auf andere Altersbereiche sind jedoch Kreuzstudien durchzuführen, in denen das Alter und die Erfahrung unabhängig voneinander variiert werden. Auf diesem Wege könnten Erkenntnisse zum Einfluss von Vorerfahrung und kognitivem Alter systematisch untersucht werden. Dafür wären Studien in Ländern interessant, in denen die Gesellschaft weniger von elektronischen Geräten durchdrungen ist, so dass auch jüngere Benutzer ohne relevantes Vorwissen und Erfahrung untersucht werden können. Ein anderer Ansatz wäre die Untersuchung von Technologien, die sehr neuartig und innovativ sind, so dass es bisher

keine erfahrenen Nutzer dafür gibt.

Es ist davon auszugehen, dass der vorgestellte Ansatz eines integrierten Trainings und die untersuchten Gestaltungsprinzipien auch auf andere Anwendungsbereiche übertragbar sind. Eine Feldstudie zur Gebrauchstauglichkeit von Automaten wurde im Rahmen des Projektes „ALISA“ (Adaptive Lernumgebung zur Interaktiven Systemnutzung Älterer, Struve, Sengpiel & Wandke, 2006) an der Humboldt-Universität zu Berlin durchgeführt und zeigt, dass ältere Menschen bei der Benutzung von Fahrkartenautomaten große Schwierigkeiten haben (Wandke, Butenhof, Struve & Sengpiel, 2006a, 2006b). Wie Dahm et al. (2004) für Mobiltelefone zeigen konnte, haben auch Autofahrer Schwierigkeiten, die vielen Funktionen des Infotainmentsystems zu handhaben (vgl. Maier, 2007 und “Auf der richtigen Fährte”, 2007), insbesondere, da Befunde zeigen, dass Bedienanleitungen im Kraftfahrzeug wenig und ungern gelesen werden (Totzke et al., 2004). Der Transfer des Trainingsansatzes auf andere elektronische Geräte wurde bisher nicht geprüft, jedoch liegt es sehr nahe, dass Geräten mit ähnlichen Barrieren und Bedienkonzepten auch ähnlich vermittelt werden können. Erste Ideen bestehen für die Anwendung des Trainings bei der Vermittlung von Infotainmentsystemen im Kraftfahrzeug, die im Austausch mit Entwicklern der Volkswagen AG entstanden. Einige Kunden der Volkswagen AG äußerten den Wunsch, sich in der Wartephase zwischen Bestellung und Auslieferung mit den Funktionen des Fahrzeuges vertraut machen zu können. Dafür würde sich entweder ein Training auf dem heimischen PC oder bei Abholung im Kundenzentrum in Wolfsburg anbieten. Es ist angedacht, im Rahmen einer Studien- und Diplomarbeit das Training auf den Anwendungsbereich Kraftfahrzeug zu übertragen und anschließend mit Kunden der Volkswagen AG zu evaluieren.

In der vorliegenden Arbeit nahmen größtenteils Menschen teil, die motiviert waren, die Benutzung von elektronischen Geräten zu erlernen. Kruse (1996) weist in diesem Zusammenhang darauf hin, dass in Studien identifizierte Altersunterschiede hinsichtlich der Leistung nicht unbedingt bedeuten müssen, dass die Fertigkeiten und das Wissen nicht vorhanden sind. Vielmehr könnte es auch daran liegen, dass die Motivation eine andere ist bzw. Anreize fehlen, um die Leistung zu erbringen. Weiterhin zeigen Zumbach, Starkloff und Schmitt (2004) auf, dass es beim Einsatz von E-Learning häufig an Lernmotivation der potenziellen Nutzer mangelt, wodurch die Abbrecherquote hoch ist. Wie bereits im Kapitel 2.1 erläutert wurde, ist die wahrgenommene Relevanz der Lerninhalte für die alltägliche Nutzung von großer Bedeutung für die Bereitschaft älterer Menschen (vgl. Carroll, 1998; Baldi, 1997). In den durchgeführten Trainingsstudien wird deutlich, dass die Begeisterung und das Interesse zum Benutzen und Erlernen neuer Technologien von großer Bedeutung für das erfolgreiche Erlernen ist. Baldi (1997) stellt die Relevanz der Lerninhalte, die Kosten für den Lerner, Angst vor Fehlern, die Selbstwirksamkeit und die Erfolgswahrscheinlichkeit als entscheidende Einflussgrößen auf die Bereitschaft älterer Menschen heraus. Hier sind Ansätze und Studien von großer Relevanz, die herausarbeiten, wie die Bereitschaft und Begeisterung zur Interaktion mit elektronischen Geräten entsteht und wie sie verstärkt werden kann.

Literaturverzeichnis

Alwina, D. F. & McCammona, R. J. (2001). Aging, cohorts, and verbal ability. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, *56*, S151-S161.

Anderson, J. R. (1983). *The architecture of cognition.* Cambridge: Harcard University Press.

Anstey, K. & Christensen, H. (2000). Education, activity, health, blood pressure and apolipoprotein e as predictors of cognitive change in old age: A review. *Gerontology*, *46(3)*, 163-177.

Auf der richtigen Fährte. (2007). *Autobild*, *19*(2), 56-58.

Babel, H. & Hackl, B. (2004). Handlungsorientierter Unterricht - Dirigierter Aktionsmus oder Partizipative Kooperation. In H. O. Mayer & D. Treichel (Hg.), *Handlungsorientiertes Lernen und eLearning* (S. 11-36). München Wien: R. Oldenbourg Verlag.

Baddeley, A. D. (1999). *Essentials of human memory.* Hove, UK: Psychology Press.

Baldi, R. A. (1997). Training older adults to use the computer: Issues related to the workplace, attitudes and training. *Educational Gerontology*, *23*, 453-465.

Baldwin, T. T. & Ford, J. K. (1988). Transfer of training: A review and directions for further research. *Personnel Psychology*, *4(1)*, 63-105.

Baltes, M. (1996). Produktives Leben im Alter: Die vielen Gesichter des Alters - Resumee und Perspektiven für die Zukunft. In M. Baltes & L. Montada (Hg.), *Produktives Leben im Alter* (S. 393-408). Frankfurt/New York: Campus.

Baltes, P. B. & Baltes, M. M. (1989). Optimierung durch Selektion und Kompensation - Ein psychologisches Modell erfolgreichen Alterns. *Zeitschrift für Pädagogik*, *35*, 85-105.

Baltes, P. B. & Baltes, M. M. (1990). Psychological perspectives on successful aging: The model of selective optimization with compensation. In P. B. Baltes & M. M. Baltes (Hg.), *Successful aging: Perspectives from the behavioral sciences* (S. 1-34). New York: Cambridge University Press.

Balzert, H. (1988). *Einführung in die Software-Ergonomie.* Berlin: de Gruyter.

Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, *84*, 191-215.

Bandura, A. (1994). Self-efficacy. In V. S. Ramachaudran (Hg.), *Encyclopedia of human behavior* (S. 71-81). New York: Academic Press.

Bannert, M. (2000). The effect of training wheels and self-learning materials in software training. *Journal of Computer Assisted Learning*, *16*, 336-346.

Barbeite, F. G. & Weiss, E. M. (2004). Computer self-efficacy and anxiety scales for an internet sample: testing measurement equivalence of existing measures and development of new scales. *Computers in Human Behavior*, *20*, 1-15.

Barnett, S. M. & Ceci, S. J. (2002). When and where do we apply what we learn? a taxonomy for far transfer. *Psychological Bulletin*, *128*, 612-637.

Bay, S. & Ziefle, M. (2003). Design for all: User characteristics to be considered for the design of devices with hierarchical menu structures. In H. Luczak & K. Zink (Hg.), *Human factors in organizational design and management* (S. 503-508). Santa Monica: IEA.

Beier, G. (1999). Kontrollüberzeugungen im Umgang mit Technik. *Report Psychologie*, *24(9)*, 684-693.

Bensch, H. (2005). Lieber ein schönes Leben, statt immer nur zu sparen. *WELT KOMPAKT*, *155*, 2-3.

Benyon, D. & Murray, D. (1993). Applying user modeling to human-computer interaction design. *Artificial Intelligence Review*, *7*, 199-225.

Berg, C. A. & Sternberg, R. J. (2003). Multiple perspectives on the development of adult intelligence. In J. Demick & C. Andreoletti (Hg.), *Handbook of adult development* (S. 103-120). New York: Kluwer.

Bernsen, N., Dybkjær, H. & Dybkjær, L. (1998). *Designing interactive speech systems: From first ideas to user testing.* New York: Springer.

Beyerlein, T. (2007). *Untersuchung von Transfer und Nachhaltigkeit des Erfolges älterer, wenig erfahrener Teilnehmer eines Trainings zum Erlernen der Bedienung von Mobiltelefonen.* Diplomarbeit, Technische Universität, Berlin.

Bildat, L. (2005). *Zur Vorhersage von Computer- und Internet-Literacy durch medienrelevante Personvariablen.* Inaugural-Dissertation, Justus-Liebig-Universität, Gießen.

Blechner, N. (2005). Wir überlegen, wie wir die Generation 50+ erreichen. *VDI Nachrichten*, *9*, 27.

Bomsdorf, B. (1999). *Ein kohärenter, integrativer Modellrahmen zur aufgabenbasierten Entwicklung interaktiver Systeme.* Online-Dissertation, Universität Paderborn, Wuppertal.

Borenstein, N. (1985). *The design and evaluation of on-line help systems.* Dissertation, Department of Computer Science, Carnegie-Mellon University.

Bortz, J. (1999). *Statistik für Sozialwissenschaftler.* Heidelberg: Springer.

Bortz, J. & Döring, N. (2002). *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler*. Heidelberg: Springer.

Bösser, T. (1987). *Learning in man-computer interaction - a review of the literature*. Berlin: Springer.

Bransford, J. D., Brown, A. L. & Cocking, R. R. (1999). *How people learn: Brain, mind, experience, and school*. Washington, D.C.: National Academy Press.

Bruder, C., Knoche, M., Mittelbach, M., Thüring, M. & Wandke, H. (2006). Entwicklung eines Bedientrainings für unerfahrene, ältere Benutzer. In M. Grandt & A. Bauch (Hg.), *Cognitive Systems Engeneering in der Fahrzeug- und Prozessführung, DGLR-Bericht 2006-04* (S. 213-225). Bonn: Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt e.V.

Brusilovsky, P. (2001). Adaptive hypermedia. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, *11*, 87-110.

Card, S., Moran, T. & Newell, A. (1983). *The psychology of human-computer interaction*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Carroll, J. M. (1998). *Minimalism beyond the nurnberg funnel*. Cambridge, MA: MIT Press.

Carroll, J. M. & Carrithers, C. (1984). Blocking learner error states in a training-wheels system. *Human Factors*, *26*, 800-806.

Catrambone, R. & Carroll, J. M. (1987). Learning a word processing system with training wheels and guided exploration. In *Graphics Interface '87* (S. 169-174). Toronto, Canada.

Charness, N., Kelley, C. L., Bosnan, E. A. & Mottram, M. (2001). Word-processing training and retraining: Effects of adult age, experience, and interface. *Psychology and Aging*, *16*(1), 110-127.

Choi, G., Ligon, J. & Ward, J. (2002). Computer anxiety and social workers: differences by access, use, and training. *Journal of Technology in Human Services*, *19*, 1-12.

Christensen, H., Korten, A. E., Jorm, A. F., Herderson, A. S., Jacombs, P. A. & Rodgers, B. (1997). Education and decline in cognitive performance: Compensatory but not protective. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, *12*, 323-330.

Clark, R. E. (1994). Media will never influence learning. *Educational Technology Research and Development*, *42(2)*, 21-29.

Clark, R. E. (2004). What works in distance learning: Instructional strategies. In H. O'Neil (Hg.), *What works in distance learning: Guidelines* (S. 13-31). Greenwich Connecticut: Information Age Publishers.

Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.

Compeau, D. R. & Higgins, C. A. (1995). Computer self-efficacy: Development of a measure and initial test. *MIS Quarterly*, *19(2)*, 189-211.

Compton, D. M., Bachman, L. D., Brand, D. & Avet, T. L. (2000). Age-associated changes in cognitive function in highly educated adults: emerging myths and realities. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, *15*, 75-85.

Czaja, S. J., Charness, N., Fisk, A. D., Hertzog, C., Nair, S. N., Rogers, W. A. et al. (2006). Factors predicting the use of technology: Findings from the center for research and education on aging and technology enhancement (create). *Psychology and Aging*, *21*, 333-352.

Dahm, M., Felken, C., Klein-Bösing, M., Rompel, G. & Stroick, R. (2004). Handyergo: Breite Untersuchung über die Gebrauchstauglichkeit von Handys. In G. S. R. Keil-Slawik H. Selke (Hg.), *Mensch und Computer 2004: Allgegenwärtige Interaktion* (S. 75-84). München: Oldenbourg Verlag.

Dieterich, H., Malinowski, U., Kuhme, T. & Schneider-Hufschmidt, M. (1993). State of the art in adaptive user interfaces. In M. Schneider-Hufschmidt, T. Kuhme & U. Malinowski (Hg.), *Adaptive user interfaces* (S. 12-48). Amsterdam: Elsevier Science Publishers.

DIN EN ISO 9241–10(1995). *Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten - Teil 10: Grundsätze der Dialoggestaltung (ISO 9241-10:1995).* Berlin: Beuth.

DIN EN ISO 9241–11 (1998). *Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten - Teil 11: Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit (ISO 9241-11:1998).* Berlin: Beuth.

DIN EN ISO 9241–12 (1998). *Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten - Teil 12: Informationsdarstellung (ISO 9241-12:1998).* Berlin: Beuth.

DIN EN ISO 9241–9 (2000). *Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten - Teil 9: Anforderungen an Eingabemittel (ISO 9241-12:1998).* Berlin: Beuth.

Düker, H. & Tausch, R. (1957). Über die Wirkung der Veranschaulichung von Unterrichtsstoffen auf das Behalten. *Zeitschrift für Experimentelle und Angewandte Psychologie*, *4*, 384-400.

Eckstein, M. (2006). Große Tasten, großes Display: Handys für die Generation 70+. *Spiegel-Online*, *19. Juni 2006.*

Eilers, K., Nachreiner, F., Hänecke, K. M. & Schütte, M. (1986). Entwicklung und überprüfung einer Skala zur Erfassung subjektiv erlebter Anstrengung. *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft*, *40*, 215-224.

Eskelinen, J., Kokkinen, A., Koskinen, M. & Tyrväinen, P. (2004). Comparing the applicability of two learning theories for knowledge transfer in information system implementation training. In *Proceedings of the IEEE international conference on advanced learning technologies* (S. 206-210). Joensuu, Finland: IEEE.

Fisk, A. D., Rogers, W. A., Charness, N., Czaja, S. J. & Sharit, J. (2004). *Designing for older adults.* Boca Raton, USA: CRC Press.

Foltz, P. W., Davies, S. E., Polson, P. G. & Kieras, D. E. (1988). Transfer between menu systems. In J. J. O'Hare (Hg.), *Proceedings of the SIGCHI - conference on human factors in computing systems* (S. 107-112). New York: ACM Press.

Franzke, M. & Rieman, J. (1993). Natural training wheels: Learning and transfer between two versions of a computer application. In *VCHCI'93* (S. 317-328). Vienna, Italy.

Freiling, T. (2003). *Seminarkonzept zur Reduzierung von Computerängsten bei älteren ArbeitnehmerInnen: Didaktisch-methodische Hinweise* (Bericht). Kassel: Institut für Arbeitswissenschaft.

Freundenthal, D. (2001). Age differences in the performance of information retrieval tasks. *Behaviour and Information Technology*, *20(1)*, 9-22.

Geiger, M. (2003). *Berührungslose Bedienung von Infotainment-Systemen im fahrzeug.* Dissertation, Technische Universität, München.

Gerhard, C., Wagner, S., Bittner, H., Bleicher, F., Schattenburg, L., Knickenberg, R. et al. (2004). Verminderung von Technologieängsten in der psychosomatischen Rehabilitation - Konzepte und Ergebnisse zu einem Computertraining für ältere Arbeitnehmer. *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie*, *37(3)*, 221-230.

Goebel, M. (2007). Ergonomic design of computerized devices for elderly persons - the challenge of matching antagonistic requirements. In C. Stephanidis (Hg.), *Universal access in HCI, part 1, HCII 2007* (S. 894-903). Berlin Heidelberg: Springer.

Goodman, J., Syme, A. & Eisma, R. (2003). Older adults' use of computers: A survey. In *Proceedings of the hci 2003.* Bath, UK.

Gradl, E. (2005). *Organisation und Unterstützung des Selbstlernens durch Adaptive Tutorielle Systeme.* Inaugural-Dissertation, Friedrich-Alexander-Universität, Erlangen-Nürnberg.

Groeben, N. & Scheele, B. (1984). *Heidelberger Strukturlegetechnik.* Weinheim: Beltz.

Haack, J. (2002). Interaktivität als Kennzeichen von Multimedia und Hypermedia. In L. J. Issing & P. Klimsa (Hg.), *Informationen und Lernen mit Multimedia und Internet* (S. 127-137). Weinheim: Beltz.

Haccoun, R. R. & Saks, A. M. (1998). Training in the 21st century: Some lessons from the last one. *Canadian Psychology*, *39*, 33-51.

Hart, P. (2006). Kein Anschluss ... *FOCUS*, *46*, 132.

Hausdorf, C.(2008). *Vergleich der Effekte von animiertem und interaktivem Training auf das Lernen der Bedienung von Multifunktionsgeräten bei älteren unerfahrenen Menschen am Beispiel des Mobiltelefons.* Diplomarbeit, Technische Universität, Berlin.

Heeg, T.(2006). Das große Katharina. *FAZ*, *10*, 45.

Herczeg, M.(2004). *Grundlagen der Mensch - Computer - Kommunikation.* München: Oldenbourg.

Hoyer, W. J. & Touron, D. R.(2003). Learning in adulthood. In J. Demick & C. Andreoletti (Hg.), *Handbook of adult development* (S. 23-41). New York: Kluwer.

Hüttner, J., Wandke, H. & Rätz, A.(1995). *Benutzerfreundliche Software: Psychologisches Wissen für die ergonomische Systemgestaltung.* Berlin: Bernd-Michael Paschke Verlag.

Hung, S.-Y. & Liang, T.-P.(2001). Effect of computer self-efficacy on the use of executive support systems. *Industrial Management and Data Systems*, *101*, 227-237.

Hurtienne, J., Mohs, C., Meyer, H. A., Kindsmüller, M. C. & Israel, J. H.(2006). Intuitive use of user interfaces - definition und herausforderungen. *I-COM Zeitschrift für interaktive und kooperative Medien*, *5*(3), 38-41.

Internetnutzung der Frauen und Männer über 50 - Sonderauswertung des Nonliner Atlas 2005 (Bericht). (2005). TNS Infratest.

Israel, J. H. & Zacharias, E.(2007). Möglichkeiten und Grenzen des Skizzierens im Dreidimensionalen Raum aus Designersicht. In M. Rötting, G. Wozny, A. Klostermann & J. Huss (Hg.), *Prospektive Gestaltung von Mensch-Technik-Interaktion (fortschritt-Berichte, Reihe 22, Nr. 25)* (S. 465-470). Düsseldorf: VDI-Verlag.

Issing, L. J.(2002). Instruktions-Design für Multimedia. In L. J. Issing & P. Klimsa (Hg.), *Informationen und Lernen mit Multimedia und Internet* (S. 151-177). Weinheim: Beltz.

Jay, G. M. & Willis, S. L.(1992). Influence of direct computer experience on older adults' attitude towards computers. *Journal of Gerontology*, *47*(4), 250-257.

Jin, Z., Plocher, T. & Kiff, L.(2007). Touch screen user interfaces for older adults: Button size and spacing. In C. Stephanidis (Hg.), *Universal access in HCI, part 1, HCII 2007* (S. 933-941). Berlin Heidelberg: Springer.

John, B. E.(1995). Why goms? *Interactions*, *2*, 80-89.

Jopp, D.(2002). *Erfolgreiches altern: Zum funktionalen zusammenspiel von personalen ressourcen und adaptiven strategien des lebensmanagements.* Dissertation, Freie Universität Berlin, Berlin.

Jung, R.(2002). *Formale Bewertung der Benutzungskomplexität bildschirmgestützter Informations- und Unterhaltungssysteme im Kraftfahrzeug (ZMMS Spektrum Band 15.* Düsseldorf: VDI.

Keller, J. M. (1983). Motivational design of instruction. In C. M. Reigeluth (Hg.), *Instructional design theories and models: An overview of their current status* (S. 282-436). Hillsdale, N. J.: Lawrence Erlbaum.

Kelley, C. L. & Charness, N. (1995). Issues in training older adults to use computers. *Behaviour and Information Technology, 14* (2), 107-120.

Kemper, S. & Lacal, J. C. (2003). Addressing the communication needs of an aging society. In R. W. Pew & S. B. V. Hemel (Hg.), *Technology for adaptive aging* (S. 131-149). Washington, D.C.: National Academic Press.

Kindsmüller, M. C., Leuchter, S., Schulze-Kissing, D. & Urbas, L. (2004). Modellierung und Simulation menschlichen Verhaltens als Methode der Mensch-Maschine-System-Forschung. *MMI-Interaktiv, 7*, 4-15.

Klimsa, P. (2002). Multimedianutzung aus psychologischer und didaktischer Sicht. In L. J. Issing & P. Klimsa (Hg.), *Informationen und Lernen mit Multimedia und Internet* (S. 4-17). Weinheim: Beltz.

Knoche, M. (2007). *Untersuchung der Effekte von Vorerfahrung, chronologischem und kognitivem Alter auf das Erlernen der Bedienung menügesteuerter elektronischer Geräte am Beispiel des Mobiltelefons.* Diplomarbeit, Technische Universität, Berlin.

Kossakowski, M. (1989). *Ansätze zur flexiblen und adaptiven Dialoggestaltung.* Unveröffentlichte Dissertation, Humboldt Universität zu Berlin, Berlin.

Koumi, J. (1994). Media comparison and deployment: a practitioners' view. *British Journal of Educational Technology, 25*, 41-57.

Kruse, A. (1996). Alltagspraktische und sozioemotionale Kompetenz. In M. Baltes & L. Montada (Hg.), *Produktives Leben im Alter* (S. 290-323). Frankfurt/New York: Campus.

Kühn, C. (2004). *Handlungsorientierte Gestaltung von Bedienanleitungen.* Lübeck: Verlag Schmidt-Römhild.

Labovitz, S. (1970). The assignment of numbers to rank order categories. *American Sociological Review, 35*, 515-524.

Lai, S.-L. (2001). Controlling the display of animation for better understanding. *Journal of Research on Computing in Education, 33(5).*

Lee, A. Y. & Polson, P. G. (1989). Learning and transfer of measurement tasks. In *Proceedings of CHI'89* (S. 115-120). New York: ACM Press.

Lee, S.-S. & Lee, Y. H. K. (1991). Effects of learner-control versus program-control strategies on computer-aided learning of chemistry problems. *Journal of Educational Psychology, 83(4)*, 491-498.

Lehr, U. (2003). *Psychologie des alterns.* Wiebelsheim: Quelle und Meyer.

Leutner, D. (1992). *Adaptive Lehrsysteme: Instruktionspsychologische Grundlagen und experimentelle Analysen.* Weinheim: Psychologie (V)erlags (U)nion.

Leutner, D.(2002). Adaptivität und Adaptierbarkeit multimedialer Lehr- und Informationssysteme. In L. J. Issing & P. Klimsa (Hg.), *Informationen und Lernen mit Multimedia und Internet* (S. 115-125). Weinheim: Beltz.

Li, X. & Soh, L.-K. (2003). *A literature review on learner control strategies in software tutoring systems* (Bericht Nr. TR-UNL-CSE-2003-6). Nebraska-Lincoln, NE: University of Nebraska-Lincoln.

Lin, D.-Y. M. & Hsieh, C.-T. J.(2006). The role of multimedia in training the elderly to acquire operational skills of a didital camera. *Gerontechnology, 5*, 68-77.

Machin, M. A. (2002). Planning, managing, and optimizing transfer of training. In K. Kraiger (Hg.), *Creating, implementing, and managing effective training and development* (S. 263-301). San Francisco: Jossey Press.

Mack, R. L., Clayton, H. L. & Carroll, J. M. (1983). Learning to use word processors: Problems and prospects. *ACM Transactions on Office Information Systems, 1*, 254-271.

Maeda, J.(2007). *Simplicity - Die zehn Gesetze der Einfachheit.* München: Spektrum.

Maier, T. (2007). Seniorengerechtes Multi-Media-Interface für ein Fahrzeug - Nur für Senioren oder für alle Fahrer geeignet? In M. Rötting, G. Wozny, A. Klostermann & J. Huss (Hg.), *Prospektive Gestaltung von Mensch-Technik-Interaktion - Fortschritt-Berichte, Reihe 22, r. 25* (S. 65-70). Düsseldorf: VDI-Verlag.

Markenprofile 11: Computer und Internet (Bericht). (2005). Stern.

Marquie, J. C., Jourdan-Boddaert, L. & Huet, N.(2002). Do older adults underestimate their actual computer knowledge? *Behaviour and Information Technology, 21(4)*, 273-280.

Marrenbach, J., Maaßen, D. & Kraiss, K.-F.(2000). Formale Methode zur Evaluierung der Gebrauchstauglichkeit von technischen Systemen. In K.-P. Timpe, H.-P. Willumeit & H. Kolrep (Hg.), *Bewertung von Mensch-Maschine-Systemen - 3. Berliner Werkstatt Mensch-Maschine-Systeme* (S. 283-296). Düsseldorf: VDI.

Marrenbach, J., Maaßen, D. & Kraiss, K.-F. (2005). Effects of self-evaluation training on achievement and self-efficacy in a computer-supported learning environment. In J. A. Ross & M. Starling (Hg.), *Annual meeting of the american education research association (aera).* Montreal, Canada: AERA.

Martin, M. & Kliegel, M.(2005). *Psychologische Grundlagen der Gerontologie.* Stuttgart: Verlag W. Kohlhammer.

Mayer, H. O. (2004a). Multimediales Lernen. In H. O. Mayer & D. Treichel (Hg.), *Handlungsorientiertes Lernen und eLearning* (S. 59-76). München Wien: R. Oldenbourg Verlag.

Mayer, H. O. (2004b). Selbstgesteuertes Lernen als Herausforderung in der Informationsgesellschaft. In H. O. Mayer & D. Treichel (Hg.), *Handlungsorientiertes Lernen und eLearning* (S. 121-128). München Wien: R. Oldenbourg Verlag.

Mayer, K. U. & Baltes, P. B. (1996). *Die Berliner Altersstudie*. Berlin: Akademie Verlag.

Mayer, R. E. (2001). *Multimedia learning*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

McGrenere, J. (1998). *Learning to use complex computer technology: The importance of user interface design* (Review). Toronto, Canada: University of Toronto.

McGrenere, J. (2002). *The design and evaluation of multiple interfaces: A solution for complex software*. Dissertation, University of Toronto, Toronto, Canada.

McGrenere, J. & Moore, G. (2000). Are we all in the same „bloat“? In *Graphics interface 2000* (S. 187-196). Montreal, Canada.

Mestre, J. (2003). *Transfer of learning - issues and research agenda: Report of a workshop at the national science foundation* (Report of a workshop Nr. NSF03-212). Arlington, VA: National Science Foundation.

Mestre, J. P. (2002). Probing adults' conceptual understanding and transfer of learning via problem posing. *Journal of Applied Developmental Psychology*, *23*, 9-50.

Morrell, R. W., Park, D. C., Mayhorn, C. B. & Kelley, C. L. (2000). Effects of age and instructions on teaching older adults to use eldercomm, an electronic bulletin board system. *Educational Gerontology*, *26*, 221-235.

Morris, J. M. (1994). Computer training needs of older adults. *Educational Gerontology*, *20*, 541-555.

Naumann, A., Hurtienne, J., Israel, J. H., Mohs, C., Kindsmüller, M. C., Meyer, H. A. et al. (2007). Intuitive use of user interfaces: Defining a vague concept. In D. Harris (Hg.), *Engineering psychology and cognitive ergonomics, HCII 2007* (S. 128-136). Berlin Heidelberg: Springer.

Negroponte, N. (1995). *Being digital*. New York: Vintage Books.

Niegemann, H. M. (2004). Modelle des Instruktionsdesigns: Zu Möglichkeiten und Grenzen didaktischer Hilfestellungen. In U. Rinn & D. M. Meister (Hg.), *Didaktik und (n)eue (m)edien* (S. 102-122). Münster: Waxmann.

Niegemann, H. M., Hessel, S., Hochscheid-Mauel, D., Aslanski, K., Deimann, M. & Kreuzberger, G. (2004). *Kompendum E-Learning*. Berlin: Springer.

Niegemann, H. M. & Niegemann, L. (2006). Ein didaktischer Assistent für die Entwicklung von e-Learning-Angeboten. In *10. workshop „Multimedia in Bildung und Wirtschaft“* (S. 77-82). TU Ilmenau: Hausdruck.

Nielsen, J. (1993). *Usability engineering*. New York: Academic Press.

Nilsen, E., Jong, H., Olson, J., Biolsi, K., Reuter, H. & Mutter, S. (1993). The growth of software skill: A longitudinal look at learning and performance. In *Proceedings of interchi'93* (S. 149-156). New York: ACM.

Norcio, A. F. & Standley, J. (1989). Adaptive human-computer interfaces: A literature survey and perspective. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, *19*, 399-408.

Norman, D. A. (1983). Some observations on mental models. In D. Gentner & A. Stevens (Hg.), *Mental models* (S. 7-34). Hillsdale, N.J.: Erlbaum Associates.

Norman, K. L. (1991). *The psychology of menu selection: Designing cognitive control of the Human/Computer Interface*. Norwood, New Jersey: Ablex Publishing Cooperation.

Ogozalek, V. Z. (1994). A comparison of the use of text and multimedia interfaces to provide information to the elderly. In *Proceedings of chi'87* (S. 65-71). New York: ACM.

Oppermann, R. (1994). *Adaptive user support - ergonomic design of manually and automatically adaptable software*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Oppermann, R., Rashev & Kinshuk, D. (1997). Adaptability and adaptivity in learning systems. In A. Behrooz (Hg.), *Knowledge transfer (Volume Ii)* (S. 173-179). London: Pace.

Park, O. & Lee, J. (2003). Adaptive instructional systems. In D. Jonassen (Hg.), *Handbook of research for educational communications and technology* (S. 651-685). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Park, O. & Tennyson, R. D. (1980). Adaptive design strategies for selecting number and presentation order of examples in coordinate concept acquisition. *Journal of Educational Psychology*, *72*, 362-370.

Patrick, J., Gregov, A. & Halliday, P. (2000). Analysing and training task analysis. *Instructional Science*, *28*, 51-79.

Polson, P. G., Muncher, E. & Engelbeck, G. (1986). A test of a common elements theory of transfer. In *Proceedings of chi'86* (S. 78-83). New York: ACM Press.

Poynton, T. A. (2005). Computer literacy across the lifespan: A review with implications for educators. *Computers in Human Behavior*, *21*, 861-872.

Preece, J., Rogers, Y., Sharp, H., Benyon, D., Holland, S. & Carey, T. (1994). *Human - computer - interaction*. Workingham: Addison-Wesley.

Rasmussen, J. (1983). Skills, rules, knowledge; signals, signs, and symbols; and other distinctions in human performance models. *IEEE Trans. Syst. Man Cybern.*, *SMC-13*, 257-266.

Reed, K., Doty, H. D. & May, D. R. (2005). The impact of aging on self-efficacy and computer skill acquisition. *Journal of Managerial Issues*, *17(2)*, 212-228.

Reglin, T. (2001). Was bedeutet Usability netzgestützter Lehr-Lernsysteme? *Literatur- und Forschungsreport Weiterbildung*, *48*, 51-66.

Reinmann, G. (2004). Die vergessenen Weggefährten des Lernens: Emotionen beim eLearning. In H. O. Mayer & D. Treichel (Hg.), *Handlungsorientiertes Lernen und eLearning* (S. 101-118). München Wien: R. Oldenbourg Verlag.

Reinmann-Rothmeier, G. & Mandl, H. (1997). Lehren im Erwachsenenalter: Auffassungen von Lehren und Lernen, Prinzipien und Methoden. In F. Weinert & H. Mandl (Hg.), *Enzyklopädie der Psychologie (Themenbereich D, Serie I, Band 4)* (S. 457-500). Göttingen: Hogrefe.

Reinmann-Rothmeier, G. & Mandl, H. (1998). Wissensvermittlung: Ansätze zur Förderung des Wissenserwerbs. In F. Klix & H. Spada (Hg.), *Enzyklopädie der Psychologie: Wissen (Themenbereich C, Serie II, Band 6)* (S. 457-500). Göttingen: Hogrefe.

Reischies, F. M. & Lindenberger, U. (1996). Grenzen und Potentiala kognitiver Leistungsfähigkeit im Alter. In P. B. Baltes & K. U. Mayer (Hg.), *Die Berliner Altersstudie* (S. 351-377). Berlin: Akademie-Verlag.

Rettig, M. (1991). Nobody reads documentation. *Communications of the ACM*, *34* (7), 19-24.

Rieman, J. (1996). A field study of exploratory learning strategies. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, *3(3)*, 189-218.

Ritter, S. & Wallach, D. (2006). Interaktivität als Determinante der Lerneffektivität bei der multimedialen Wissensvermittlung. *I-COM*, *2*, 26-30.

Rogalla, T. (2006). Nicht auf Alte eingestellt. *Berliner Zeitung*, *69*, 20.

Rogers, W. A., Fisk, A. D., Mead, S. E., Walker, N. & Cabrera, E. F. (1996). Training older adults to use automatic teller machines. *Human Factors*, *38*, 425-433.

Ross, S. M. & Rakow, E. A. (1981). Learner control vs. program control as adaptive strategies for selection of instructional support on math rules. *Journal of Educational Psychology*, *73*, 745-753.

Ross, S. M., Rakow, E. A. & Bush, A. J. (1980). Instructional adaptation for self-managed learning systems. *Journal of Educational Psychology*, *15*, 151-158.

Sagatz, K. & Silalahi, P. (2006). Große Tasten und lesbare Schrift. *Tagesspiegel*, *19576*, 30.

Salthouse, T. A. (2004). What and when of cognitive aging. *Current Directions in Psychological Science*, *131(4)*, 140-144.

Schaie, K. W. (1996). Intellectual development in adulthood. In J. E. Birren & K. W. Schaie (Hg.), *Handbook of the psychology of aging* (S. 266-286). San Diego, CA: Academic Press.

Schaie, K. W.(2003). Mobility for what? In K. W. Schaie, H. W. Wahl, H. Mollenkopf & F. Oswald (Hg.), *Independent aging: Living arrangements and mobility* (S. 18-27). New York: Springer Publishing Co.

Schaie, K. W. (2005). Observations from the seattle longitudinal study of adult intelligence. *John Hopkins Memory Bulletin, January 28*, 23-30.

Schneider, W. & Shiffrin, R. M. (1977). Controlled and automatic human information processing: Detection, search, and attention. *Psychological Review, 84*, 1-66.

Schuh, B. (2005). *Oma, das will ich auch haben - Produkte für Senioren gehen oft an der Wirklichkeit vorbei* (Deutschlandfunk-Wissenschaft im Brennpunkt Nr. 15/04/2005). http://www.dradio.de/dlf/sendungen/wib/367312.

Schulmeister, R. (2004). Didaktisches Design aus hochschuldidaktischer Sicht - ein Plädoyer für offene Lernsituationen. In U. Rinn & D. M. Meister (Hg.), *Didaktik und Neue Medien: Konzepte und Anwendungen in der Hochschule* (S. 19-49). Münster: Waxmann.

Schunk, L. (1991). Self-efficacy and academic motivation. *Educational Psychologist, 26*, 207-231.

Schütte, M. (2001). Diagnostizität und Sensitivität von Beanspruchungsmessverfahren. *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft, 55*, 39-48.

Senioren stürmen das Internet. (2007). *Welt Kompakt, 172*, 1.

Seyler, D. L., Holten, E. F., Bates, R. A., Burnett, M. F. & Carvalho, A. M. (1998). Factors affecting motivation to transfer training. *International Journal of Training and Development, 2(1)*, 2-16.

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(2)*, 306-317.

Smith, B., Caputi, P., Crittenden, N., Jayasuriya, R. & Rawstorne, P. (1999). A review of the construct of computer experience. *Computer in Human Behavior, 15*, 227-242.

Spada, H. (1992). *Allgemeine Psychologie.* Bern: Huber.

Specht, M. & Oppermann, R. (1998). Ace - Adaptive Courseware Environment. *The New Review of Hypermedia and Multimedia, 4(1)*, 141-161.

Spotts, J. & Dwyer, F. (1996). The effects of computer-generated animation on student achievement of different types of educational objectives. *Journal of Instructional Media, 23*(4), 365-375.

Stephanidis, C.(2001). Adaptive techniques for universal access, user modeling and user-adapted interaction. *User Modeling and User-Adapted Interaction, 11(1-2)*, 159-179.

Streitz, N. A. (1990). Psychologische Aspekte der Mensch-Computer-Interaktion. In C. G. Hoyos & B. Zimolong (Hg.), *Enzyklopädie der Psychologie, Ingenieurpsychologie* (S. 240-284). Göttingen: Hogrefe.

Struve, D., Sengpiel, M. & Wandke, H. (2006). Adaptive Lernunterstützung zur interaktiven Systemnutzung für ältere Benutzer (ALISA). *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft*, *3*, 161-171.

Sutter, C. & Müsseler, J. (2007). User specific design of interfaces and interaction techniques: What do older computer users need? In C. Stephanidis (Hg.), *Universal access in hci, part i, hcii 2007* (S. 1020-1029). Berlin Heidelberg: Springer.

Sweller, J. (1999). *Instructional design in technical areas*. Victoria, Australia: Acer Press.

Sweller, J. & Chandler, P. (1994). Why some material is difficult to learn. *Cognition and Instruction*, *12*, 185-233.

Tennyson, R. D. (1981). Use of adaptive information for advisement in learning concepts and rules using computer-assisted instruction. *American Educational Research Journal*, *73*, 326-334.

Timpe, K.-P. (1994). *Mensch-Maschine-Systeme* (Skript zur Vorlesung). Berlin: Technische Universität.

Totzke, I., Hofmann, M., Meilinger, T., Rauch, N., Schmidt, G. & Krüger, H.-P. (2004). *Kompetenzerwerb für Informationssysteme: Einfluss des Lernprozesses auf die Interaktion mit Fahrerinformationssystemen* (FAT-Schriftenreihe Nr. 184). Offenbach: Berthold Druck.

Treichel, D. (2004). Handlungsorientiertes Lernen - Konsequenzen für die Mediendidaktik. In H. O. Mayer & D. Treichel (Hg.), *Handlungsorientiertes Lernen und eLearning* (S. 37-58). München Wien: R. Oldenbourg Verlag.

Verhaeghen, P. & Salthouse, T. A. (1997). Meta-analyses of age-condition relations in adulthood: Estimates of linear and non-linear age-effects. *Psychological Bulletin*, *122*, 231-249.

Wandke, H., Butenhof, S., Struve, D. & Sengpiel, M. (2006a). Usability-Analysen zur Verbesserung der Automatennutzung für senioren. In M. Rötting, G. Wozny, A. Klostermann & J. Huss (Hg.), *Prospektive gestaltung von mensch-technik-interaktion (fortschrittberichte, reihe 22, nr. 25)* (S. 125-130). Düsseldorf: VDI-Verlag.

Wandke, H., Butenhof, S., Struve, D. & Sengpiel, M. (2006b). *Usability-Analysen zur Verbesserung der Automatennutzung für Senioren* (Forschungsreferat auf dem 45. Kongress der DGPS in Nürnberg). Berlin: Humboldt-Universität.

Webster, J. & Martocchio, J. J. (1993). Turning work into play: Implications for microcomputer software training. *Journal of Management*, *19*, 127-146.

Weidenmann, B. (2002). Multicodierung und Multimodalität im Lernprozess. In L. J. Issing & P. Klimsa (Hg.), *Informationen und Lernen mit Multimedia und Internet* (S. 45-62). Weinheim: Beltz.

Wentura, D. (2004). *Ein kleiner Leitfaden zur Teststärken-Analyse* (Leitfaden Nr. 11/2004). Saarbrücken: Universität des Saarlandes.

Willis, S. L. & Schaie, K. W. (2006). Cognitive functioning in the baby boomers: Longitudinal and cohort effects. In S. K. Whitbourne & S. L. Willis (Hg.), *The baby boomers grow up* (S. 205-234). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Wrosch, C., Heckhausen, J. & Lachman, M. E. (2000). Primary and secondary control strategies for managing health and financial stress across adulthood. *Psychology and Aging, 15(3)*, 387-399.

Yamnill, S. & McLean, G. N. (2001). Theories supporting transfer of training. *Human Resource Development Quarterly, 12(2)*, 195-208.

Young, J. D. (1996). The effect of self-regulated learning strategies on performance in learner controllers computer-based instructions. *Educational Technology Research and Development, 44*, 17-27.

Zajicek, M. & Jonsson, I. (2004). Spoken support for everyday life. In J. Goodman & S. Brewster (Hg.), *HCI and the older population - workshop at the BCS HCI 2004* (S. 43-44). Leeds, UK.

Zander, T., Kothe, C., Jatzev, S., Dashuber, T. & Rötting, M. (2007). Anwendungsmöglichkeiten von Eeg-basierten Brain-Computer-Interfaces in Mensch-Maschine-Systemen. In M. Rötting, G. Wozny, A. Klostermann & J. Huss (Hg.), *Prospektive Gestaltung von Mensch-Technik-Interaktion (fortschritt-Berichte, Reihe 22, Nr. 25)* (S. 125-130). Düsseldorf: VDI-Verlag.

Ziefle, M. (2002). The influence of user expertise and phone complexity on performance, ease of use and learnability of different mobile phones. *Behaviour and Information Technology, 21(5)*, 303-311.

Ziefle, M. & Bay, S. (2003). Mental models of a cellular phone menu: Comparing older and younger novice users. In S. Brewster & M. Dunlop (Hg.), *Mobile human computer interaction* (S. 25-37). Berlin, Heidelberg: Springer.

Ziefle, M. & Bay, S. (2005). How older adults meet complexity: Aging effects on the usability of different mobile phones. *Behaviour and Information Technology, 24(5)*, 375-389.

Zumbach, J., Starkloff, P. & Schmitt, S. (2004). Einfluss von Motivation und Didaktischem Design in E-Learning-Umgebungen (Effects of motivation and instructional design on e-learning environments). *I-COM, 3*, 27-34.

Abbildungsverzeichnis

2.1 Modell zur Trainingsgestaltung 8
2.2 Einflussgrößen altersdifferenzierter Techniknutzung 15
2.3 SOC-Modell nach Baltes (1989) 17
2.4 Übertragung des SOC-Modells auf die Benutzung elektronischer Geräte . . 20

3.1 Darstellung von Tastenfeld, Hauptmenü mit Symbolen und Startanzeige . . 32
3.2 Überblick über die Komponenten des simulierten Mobiltelefons mit den dazugehörigen Funktionen 33
3.3 Ausschnitt aus dem kognitiven Aufgabenmodell 35
3.4 Ausschnitt aus der Übersicht zu den Operatoren der Lektionen 38
3.5 Ausschnitt aus der Übersicht zum verwendeten Wortschatz 39

4.1 Elemente einer protokollierten Lektion 44
4.2 Kärtchen zur Ermittlung des Handlungswissens 46
4.3 SEA-Skala zur Erfassung der subjektiv erlebten Anstrengung 48
4.4 Ablauf der Trainingsstudien 50
4.5 Vergleich der drei Gruppen in Anzahl der Hilfestellungen im Abschlusstest 53
4.6 Vergleich der drei Gruppen im Strukturwissen 54
4.7 Vergleich der Trainings- und Kontrollgruppe in Anzahl der Hilfestellungen im Zwischentest 54
4.8 Vergleich der Trainings- und Kontrollgruppe in Bearbeitungszeit pro Aufgabe (in s) im Zwischentest 55

5.1 Auszug aus der Bedienanleitung und dem integrierten Training 60
5.2 Anzahl selbständiger Übungen während des Trainings 61
5.3 Erlebte Anstrengung vor, während und nach dem Training (SEA-Skala) . . 62
5.4 Vergleich der Trainingsgruppen hinsichtlich der Anzahl der Tastendrücke im Abschlusstest 62
5.5 Strukturwissen der Trainingsgruppen nach dem Training 63
5.6 Screenshots von Lektion 1 (links), Lektion 3 (mittig) und Lektion 8 (rechts) des mitwachsenden Systems 69
5.7 Screenshots zur Variante mit expliziten Systemhinweisen: Wechseln zur nächsten Lektion (links) und Empfehlung zum Üben (rechts) 70
5.8 Bewertung und Selbstwirksamkeit nach dem Training für die Faktoren „Funktionsumfang“ und „Systemhinweise“ (n=47) 72
5.9 Anzahl der Übungen pro Lektion während des Trainings 74
5.10 Erlebte Anstrengung vor, während und nach dem Training (SEA-Skala, n=48) 75
5.11 Leistung in den Zwischen- und Abschlusstest (n=47) 76

5.12 Hilfestellungen und Anzahl der Tastendrücke im Abschlusstest für den Faktor „Komplexität“ (n=48) 77
5.13 Erlebte Anstrengung vor, während und nach dem Training (SEA-Skala) . . 82
5.14 Ablauf der Untersuchung zum Transfer und der Nachhaltigkeit 86
5.15 Vergleich der Anzahl genutzter Funktionen in den beiden Gruppen, sortiert nach Komponenten (n=40) 88
5.16 Vergleich der Trainings- und Kontrollgruppe in der Leistung bei den Bedienaufgaben (n=42) 88

6.1 Bearbeitungszeit (in s) pro Lektion im Trainingsverlauf 92

A.1 Übersicht zu den Operatoren der Lektionen zum Telefonbuch 129
A.2 Übersicht zu den Operatoren der Lektionen zu den Anruflisten und Einstellungen 130
A.3 Übersicht zu den Operatoren der Lektionen zu den Textnachrichten (SMS) und dem Archiv 131
A.4 Liste aller vermittelten Operationen (1) 132
A.5 Liste aller vermittelten Operationen (2) 133
A.7 Ausschnitt aus dem Bogen des Versuchsleiters zur Protokollierung der Hilfestellungen während der Leistungstests 134
A.6 Lückentext mit richtigen Antworten 141

Tabellenverzeichnis

3.1 Beschreibung der Stichprobe der Interviewstudie (n=20) 27
3.2 Nutzungshäufigkeit für die Komponenten (n = 20) 28
3.3 Leistung (5 = sehr hoch) bei vier Aufgaben (n=17) 29
3.4 Ausprobierte und genutzte Funktionen der befragten Erstnutzer (n=7) . . 29

4.1 Berechnung des Erfahrungsscore 42
4.2 Bedienaufgaben des Abschlusstests 45
4.3 Operationalisierung der abhängigen Variablen 49

5.1 Übersicht über die Untersuchungen 58
5.2 Untersuchungsdesign der Studie 68
5.3 Kreuztabelle zum Zusammenhang zwischen Vorschlägen der „Programmkontrolle“ und den Entscheidungen der Teilnehmer 73
5.4 Kennwerte der Parameter des Trainingsverlaufs für die Faktoren „Funktionsumfang“ und „Systemhinweise“ 73
5.5 Übersicht zu den Korrelationen (zweiseitig, nach Pearson) zwischen Trainingsparametern und Trainingseffekt 79
5.6 Genutzte Funktionen der Trainingsgruppe vor und nach dem Training, getrennt nach Komponenten und gesamt (n=21) 87

6.1 Effektgrößen (η^2) signifikanter Effekte (p>0,05) von Programmkontrolle durch explizite Systemhinweise 95
6.2 Effektgrößen (η^2) signifikanter Effekte (p>0,05) der Anpassung der Komplexität an den Erfahrungsstand 96

A.1 Aufgaben der zwei Zwischentests (Test 1 und 2) und des Abschlusstests (Test 3) 134
A.2 Instruktion für den Versuchsleiter hinsichtlich der Hilfestellungen in den Leistungstests 135
A.3 Kontrollvariable Geschlecht 135
A.4 Kontrollvariable Schulabschluss 136
A.5 Kontrollvariablen, Mittelwert (Standardabweichung), n=21 136
A.6 Varianzanalyse „Gruppe“ 136
A.7 Anzahl der Tastendrücke beim Abschlusstest (pro Aufgabe), Mittelwert (Standardabweichung), n=21 136
A.8 Bearbeitungszeit für den Abschlusstest (pro Aufgabe), Mittelwert (Standardabweichung) 136
A.9 Anzahl der Hilfestellungen beim Abschlusstest (pro Aufgabe), Mittelwert (Standardabweichung) 137
A.10 ANOVA für Faktor „Gruppe“ 137

A.11 Post-Hoch-Analyse für den Parameter Hilfestellungen im Abschlusstest(mittlere Differenz) . . . 137
A.12 Anzahl der richtigen Antworten im Lückentext (0-11), Mittelwert (Standardabweichung), n=21 . . . 138
A.13 Anzahl richtig gelegter Karten beim Sequenzlegen (pro Aufgabe), Mittelwert (Standardabweichung), n=19 . . . 138
A.14 Ebenen (0-3) und Leistungsscore (0-3) beim Strukturlegen, Mittelwert (Standardabweichung), n=19 . . . 138
A.15 ANOVA für Faktor „Gruppe“ . . . 138
A.16 Bewertung und Selbstwirksamkeit, Mittelwert (Standardabweichung)* . . . 138
A.17 ANOVA für Faktor „Gruppe“ . . . 139
A.18 Trainingsdauer (in min), Mittelwert (Standardabweichung), n=14 . . . 139
A.19 Anzahl der Übungen während des Trainings, Mittelwert (Standardabweichung), n=14 . . . 139
A.20 ANOVA für Faktor „Versuchsgruppe“ (mit vs. ohne Zwischentests) . . . 139
A.21 Leistung im Zwischentest 1 (pro Test), Mittelwert (Standardabweichung), n=14 . . . 139
A.22 ANOVA für Faktor „Gruppe“ (Zwischentest 1) . . . 140
A.23 Beurteilerübereinstimmung zwischen zwei Beurteilern hinsichtlich Einschätzung des Lernerfolgs . . . 140
A.24 Vergleich der Leistung im Lückentext vor und nach dem Training, n=60 . . . 140
A.25 Wilcoxen-Test für den Prä-Post-Testvergleich des Lückentextes . . . 140

B.1 Kontrollvariable Geschlecht . . . 143
B.2 Kontrollvariable Schulabschluss . . . 143
B.3 Kontrollvariablen, Mittelwert (Standardabweichung) . . . 143
B.4 ANOVA für Faktor „Trainingsvariante“ (papierbasiert vs. integriert) . . . 144
B.5 Itemkennwerte zur Selbstwirksamkeit . . . 144
B.6 Itemkennwerte zur Bewertung des Trainings . . . 144
B.7 Interne Konsistenz und Schwierigkeit der Skalen . . . 144
B.8 Erlebte Anstrengung, Mittelwert (Standardabweichung) . . . 145
B.9 ANOVA für Faktor „Trainingsvariante“ (papierbasiert vs. integriert) . . . 145
B.10 Trainingsdauer (in min), Mittelwert (Standardabweichung) . . . 145
B.11 Anzahl der Übungen während des Trainings, Mittelwert (Standardabweichung) . . . 145
B.12 ANOVA für Faktor „Trainingsvariante“ (papierbasiert vs. integriert) . . . 146
B.13 Anzahl der Tastendrücke bei den Leistungstests (pro Test), Mittelwert (Standardabweichung) . . . 146
B.14 Bearbeitungszeit für die Leistungstests (pro Test in s), Mittelwert (Standardabweichung) . . . 146
B.15 Anzahl der Hilfestellungen bei den Leistungstests (pro Test), Mittelwert (Standardabweichung) . . . 146
B.16 ANOVA für Faktor „Trainingsvariante“ (papierbasiert vs. integriert) . . . 147
B.17 Anzahl der Tastendrücke beim Abschlusstest (pro Aufgabe), Mittelwert (Standardabweichung) . . . 147

B.18 Bearbeitungszeit für den Abschlusstest (pro Aufgabe in s), Mittelwert (Standardabweichung) . . . 147
B.19 Anzahl der Hilfestellungen beim Abschlusstest (pro Aufgabe), Mittelwert (Standardabweichung) . . . 147
B.20 ANOVA für Faktor „Trainingsvariante“ (papierbasiert vs. integriert) . . . 148
B.21 Anzahl der richtigen Antworten im Lückentext (0-11), Mittelwert (Standardabweichung) . . . 148
B.22 Anzahl richtig gelegter Karten beim Sequenzlegen (pro Aufgabe), Mittelwert (Standardabweichung) . . . 148
B.23 Ebenen (0-3) und Leistungscore (0-3) beim Strukturlegen, Mittelwert (Standardabweichung) . . . 148
B.24 ANOVA für Faktor „Trainingsvariante“ (papierbasiert vs. integriert) . . . 149
B.25 Bewertung und Selbstwirksamkeit, Mittelwert (Standardabweichung)* . . . 149
B.26 ANOVA für Faktor „Trainingsvariante“ (papierbasiert vs. integriert) . . . 149
B.27 Kontrollvariable Geschlecht (männlich = m, weiblich = w) . . . 149
B.28 Kontrollvariable Schulabschluss (ohne = 1, Hauptschule = 2, Realschule = 3, Gymnasium = 4) . . . 150
B.29 Mittelwert (Standardabweichung) der Kontrollvariablen . . . 150
B.30 Zweifaktorielle ANOVA zu den Kontrollvariablen . . . 150
B.31 Mittelwert (Standardabweichung) zur erlebten Anstrengung (SEA-Skala) . 151
B.32 Zweifaktorielle ANOVA zur erlebten Anstrengung (SEA-Skala) . . . 151
B.33 Mittelwert (Standardabweichung) von Parametern des Trainingsverlaufs . . 152
B.34 Zweifaktorielle ANOVA der Parameter des Trainingsverlaufs . . . 152
B.35 Mann-Whitney-U-Test für Operationen zur Navigation im Hauptmenü während des Trainings . . . 153
B.36 Mittelwert (Standardabweichung von „Zurück-Operationen“ während des Trainings . . . 153
B.37 Zweifaktorielle ANOVA von Zurück-Operationen während des Trainings . . 153
B.38 Mittelwert (Standardabweichung von „Operationen zur Bestätigung von Aktionen“ während des Trainings . . . 154
B.39 Zweifaktorielle ANOVA von Betätigungs-Operationen während des Trainings 154
B.40 Mittelwert (Standardabweichung von „Operationen zur Navigation im Hauptmenü“ während des Trainings . . . 154
B.41 Zweifaktorielle ANOVA von Operationen zur Navigation im Hauptmenü während des Trainings . . . 155
B.42 Mann-Whitney-U-Test für Operationen zur Navigation im Hauptmenü während des Trainings . . . 155
B.43 Mittelwert (Standardabweichung) bei den Leistungstests . . . 155
B.44 Zweifaktorielle ANOVA der Parameter des Trainingsverlaufs . . . 156
B.45 Mittelwert (Standardabweichung) bei Transfer- und bekannten Aufgaben des Abschlusstests . . . 156
B.46 Zweifaktorielle ANOVA der Aufgaben mit und ohne Transfer des Abschlusstests . . . 157
B.47 Mittelwert (Standardabweichung) zu den unnötigen Tastendrücken bei den Leistungstests . . . 157
B.48 Zweifaktorielle ANOVA der unnötigen Tastendrücke bei den Leistungstests 157

B.49 Mittelwert (Standardabweichung) für die zurück-Operationen bei den Leistungstests . . . 158
B.50 Zweifaktorielle ANOVA für die Zurück-Operationen bei den Leistungstests 158
B.51 Mittelwert (Standardabweichung) für die Bestätigen-Operationen bei den Leistungstests . . . 158
B.52 Zweifaktorielle ANOVA der Bestätigen-Operationen bei den Leistungstests 159
B.53 Mittelwert (Standardabweichung) für die Operationen zur Navigation im Hauptmenü bei den Leistungstests . . . 159
B.54 Zweifaktorielle ANOVA der Operationen zur Navigation im Hauptmenü bei den Leistungstests . . . 159
B.55 Anzahl der Rücksprünge zum Startdisplay im Test 1 (n=45) . . . 160
B.56 Anzahl der Rücksprünge zum Startdisplay im Test 2 (n=47) . . . 160
B.57 Anzahl der Rücksprünge zum Startdisplay im Test 3 (n=45) . . . 160
B.58 Mann-Whitney-U-Test für die Rücksprünge zum Startdisplay im Test 3 . . 160
B.59 Mittelwert (Standardabweichung) bei den Wissenstests (n=46) . . . 161
B.60 Zweifaktorielle ANOVA zu den Wissenstests . . . 161
B.61 Mann-Whitney-U-Test zum Lückentext . . . 161
B.62 Mittelwert (Standardabweichung) für die Bewertung des Trainings . . . 162
B.63 Zweifaktorielle ANOVA für die Bewertung und Selbstwirksamkeit nach dem Training . . . 162
B.64 Korrelationen (zweiseitig, nach Pearson) zwischen Trainingsparametern und Leistung im Abschlusstest . . . 162
B.65 Korrelationen (zweiseitig, nach Pearson) zwischen Trainingsparametern und Wissenstests . . . 163
B.66 Regressionskoeffizienten (linear) zwischen Trainingsparametern und Leistung im Abschlusstest, n=37 . . . 163
B.67 Lineare Regression zwischen Trainingsparametern und Leistung im Abschlusstest, n=37 . . . 163
B.68 Kontrollvariable Geschlecht . . . 163
B.69 Kontrollvariable Schulabschluss . . . 164
B.70 Kontrollvariablen, Mittelwert (Standardabweichung) . . . 164
B.71 T-Test „Trainingsvariante“ (Vollversion vs. mitwachsend) . . . 164
B.72 Erlebte Anstrengung, Mittelwert (Standardabweichung) . . . 164
B.73 ANOVA für Faktor „Trainingsvariante“ (Vollversion vs. mitwachsend) . . . 165
B.74 Trainingsdauer (in min), Mittelwert (Standardabweichung) . . . 165
B.75 Anzahl der Übungen während des Trainings, Mittelwert (Standardabweichung) . . . 165
B.76 ANOVA für Faktor „Trainingsvariante“ (Vollversion vs. mitwachsend) . . . 165
B.77 Anzahl der Tastendrücke bei den Leistungstests (pro Test), Mittelwert (Standardabweichung) . . . 166
B.78 Bearbeitungszeit für die Leistungstests (pro Test in s), Mittelwert (Standardabweichung) . . . 166
B.79 Anzahl der Hilfestellungen bei den Leistungstests (pro Test), Mittelwert (Standardabweichung) . . . 166
B.80 ANOVA für Faktor „Trainingsvariante“ (Vollversion vs. mitwachsend) . . . 166

B.81 Anzahl der Tastendrücke beim Abschlusstest (pro Aufgabe), Mittelwert (Standardabweichung) . . . 167
B.82 Bearbeitungszeit für den Abschlusstest (pro Aufgabe), Mittelwert (Standardabweichung) . . . 167
B.83 Anzahl der Hilfestellungen beim Abschlusstest (pro Aufgabe), Mittelwert (Standardabweichung) . . . 167
B.84 ANOVA für Faktor „Trainingsvariante“ (Vollversion vs. mitwachsend) . . . 167
B.85 Anzahl der richtigen Antworten im Lückentext (0-11), Mittelwert (Standardabweichung) . . . 167
B.86 Anzahl richtig gelegter Karten beim Sequenzlegen (pro Aufgabe), Mittelwert (Standardabweichung) . . . 168
B.87 Ebenen (0-3) und Leistungscore (0-3) beim Strukturlegen, Mittelwert (Standardabweichung) . . . 168
B.88 ANOVA für Faktor „Trainingsvariante“ (Vollversion vs. mitwachsend) . . . 168
B.89 Bewertung und Selbstwirksamkeit, Mittelwert (Standardabweichung)* . . . 168
B.90 ANOVA für Faktor „Trainingsvariante“ (Vollversion vs. mitwachsend) . . . 168
B.91 Kontrollvariable Geschlecht . . . 169
B.92 Kontrollvariable Schulabschluss (n=40, zwei fehlend . . . 169
B.93 Kontrollvariablen, Mittelwert (Standardabweichung) . . . 169
B.94 ANOVA für Faktor „Gruppe“ (Trainings- vs. Kontrollgruppe) . . . 169
B.95 Genutzte Funktionen der Trainingsgruppe vor und nach dem Training, getrennt nach Komponenten und gesamt (n=21) . . . 170
B.96 Selbstwirksamkeit der Trainingsgruppe vor und nach dem Training (n=21) 170
B.97 Vergleich der genutzten Funktionen von Trainings- und Kontrollgruppe, getrennt nach Komponenten und gesamt (n=42) . . . 170
B.98 Vergleich der Leistung von Trainings- und Kontrollgruppe (n=42) . . . 170
B.99 Vergleich des Wissens (Score 0-3) von Trainings- und Kontrollgruppe (n=42) 171
B.100 Vergleich der Selbstwirksamkeit zwischen Trainings- und Kontrollgruppe (n=42) . . . 171
B.101 Korrelationen (nach Pearson) zwischen Transfererfolg (Leistung und Wissen) und Parametern des Lernerfolgs (n=21) . . . 171
B.102 Vergleich von Leistungs- und Wissensscore sowie Selbstwirksamkeit von Nutzern (n=13) und Nicht-Nutzern (n=8) . . . 171

Anhang A

Anhang Gestaltung

A.1 Trainingsgestaltung

Lektion	Lektion (Name)	neue Operation	neu	1. Wdhlg.	2. Wdhlg.	gelernt
1	Anruf entgegennehmen	Klingelton bei Anruf erkennen	O1			
		Symbol bei Anruf erkennen	O2			
		Anruf über Anruftaste annehmen	O3			
		Anruf über Auflegetaste beenden	O4			
2	Anrufen tätigen	Nummer über Zahlentasten eingeben	O5	O2, O4		
		Anruf über Anruftaste tätigen	O6			
	TELEFONBUCH					
3	Anrufen aus dem Telefonbuch	Hauptmenü über F-Taste gelangen	O7	O8, O9, O6	O2, O4	
		Markierung von Menüs verstehen	O8			
		Menüpunkte über F-Taste auswählen	O9			
		Markierung mit Navigationstasten verschieben	O10			
4	Anrufen über Optionen	Optionen über F-Taste auswählen	O11	O7, O10	O8, O6, O10, O9	O2, O4
		Optionen von Einträgen verstehen	O12			
5	Eintrag im Telefonbuch nachschlagen	zurück mit F-Taste gelangen	O13	O11, O12	O7	O8, O10, O9
		zurück mit Auflegentaste gelangen	O14			
		zurück bis ins Startdisplay gelangen	O15			
		Eintrag einer Liste lesen	O16			
6	Telefonnummer im Telefonbuch ändern	Rahmen zum Eintragen verstehen	O17	O5, O13; O14, O15	O11, O12	O7, O8, O10, O9
		Zahlen eines Eintrags mit F-Taste löschen	O18			
		Einträge mit F-Taste speichern	O19			
		Bestätigung von Änderungen verstehen	O20			
7	Eintrag im Telefonbuch erstellen	Rahmen mit Navigationstasten verschieben	O21	O17, O19, O20, O18	O5, O13, O14, O15, O17	O7, O8, O9, O10
		Buchstaben mit Zahlentasten eingeben	O22			
		Neuen Eintrag in Telefonbuch erkennen	O23			
8	Eintrag im Telefonbuch löschen	Löschen von Einträgen verstehen	O24		O15	O7-O12, O14
		Ja-Nein-Abfrage verstehen	O25			
		Alternative Nein verstehen	O26			

Abbildung A.1: Übersicht zu den Operatoren der Lektionen zum Telefonbuch

Lektion	Lektion (Name)	neue Operation	neu	1. Wdhlg.	2. Wdhlg.	gelernt
	ANRUFLISTEN					
9	Anrufe nachsehen	Markierung im Hauptmenü verschieben	O27			O7-O17
		Anruflisten verstehen	O28			
10	Entgangene Anrufe nachsehen	Symbol entgangener Anruf erkennen	O29		O16	O8-O15
		Direkt zu Anrufliste mit F-Taste verstehen	O30			
11	Anrufer anrufen			O27, O28		O7-O12
12	Anrufer im Telefonbuch speichern	Unterschied zwischen Einträge mit und ohne Namen verstehen	O31		O27, O28	O7-O15
		Weiterleitung zum Telefonbuch verstehen	O32			
13	Einträge aus den Anruflisten löschen			O24-O26		O7-O15, O27, O28
14	Gesprächsdauer einsehen	Gesprächsdauer verstehen	O33			O7-O16
		Listen der Gesprächsdauer verstehen	O34			
	EINSTELLUNGEN					
15	Lautstärke ändern	Einstellungen verstehen	O35			O7-O15, O20, O27
		Lautstärke verstehen	O36			
		Lautstärkenänderung hören	O37			
16	Klingelton an- und ausschalten	Klingelton verstehen	O38	O35		O7-O15, O20, O27
		Symbol Note im Startdisplay erkennen	O39			
17	Unterdrückung ein- und ausschalten	Telefonnummerunterdrückung verstehen	O40		O25, O26, O35	O7-O15, O20, O27
18	Tastensperre ein- und ausschalten	Tastensperre verstehen	O41			O7-O15, O20, O25, O27
		Symbol Schlüssel im Startdisplay erkennen	O42			
		Tastensperre mit Schlüsseltaste ausschalten	O43			

Abbildung A.2: Übersicht zu den Operatoren der Lektionen zu den Anruflisten und Einstellungen

Lektion	Lektion (Name)	neue Operation	neu	1. Wdhlg.	2. Wdhlg.	gelernt
	SMS					
19	Empfangene Textnachricht lesen	Symbol Brief im Startdisplay erkennen	O44			O7-O15
		Textnachrichten verstehen	O45			
		Textnachricht lesen	O46			
20	Textnachrichten löschen	Listen der Textnachrichten verstehen	O47	O45		O7-O15, O27
21	Textnachrichten senden	Empfängerauswahl verstehen	O48		O45	O7-O15, O27
		Bestätigung verstehen	O49			
		SMS durch F-Taste senden	O50			
22	Textnachrichten speichern	Nicht-gesendete Nachrichten verstehen	O51			O7-O15, O27, O45
23	Textnachricht wiedeholt senden			O47-O50		O7-O15, O27, O45
24	Sender im Telefonbuch speichern					O7-O15, O18, O27, O45, O47
	ARCHIV					
25	Bilder im Archiv ansehen	Archiv verstehen	O52			O7-O15
		Bilder verstehen	O53			
26	Bild im Archiv löschen			O52, O53		O7-O15
27	Bild an einen Empfänger senden	Bild "mit Text/ohne Text" verstehen	O54		O52, O53	O7-O15
		Bild "mit Text" durch F-Taste senden	O55			
		Weiterleitung zu "Textnachrichten" verstehen	O56			

Abbildung A.3: Übersicht zu den Operatoren der Lektionen zu den Textnachrichten (SMS) und dem Archiv

Komponente	Operation	neu	#
Anrufen	Klingelton bei Anruf erkennen	O1	1
	Symbol bei Anruf erkennen	O2	2
	Anruf über Anruftaste annehmen	O3	1
	Anruf über Auflegetaste beenden	O4	5
	Nummer über Zahlentasten eingeben	O5	3
	Anruf über Anruftaste tätigen	O6	4
Telefonbuch	Hauptmenü über F-Taste gelangen	O7	23
	Markierung von Menüs verstehen	O8	26
	Menüpunkte über F-Taste auswählen	O9	26
	Markierung über Navigationstasten verschieben	O10	24
	Optionen über F-Taste auswählen	O11	23
	Optionen von Einträgen verstehen	O12	23
	zurück mit F-Taste gelangen	O13	21
	zurück mit Auflegentaste gelangen	O14	22
	zurück bis ins Startdisplay gelangen	O15	22
	Eintrag einer Liste lesen	O16	5
	Rahmen zum Eintragen verstehen	O17	5
	Zahlen eines Eintrags mit F-Taste löschen	O18	4
	Einträge mit F-Taste speichern	O19	5
	Bestätigung von Änderungen verstehen	O20	8
	Rahmen mit Navigationstasten verschieben	O21	1
	Buchstaben mit Zahlentasten eingeben	O22	3
	Neuen Eintrag in Telefonbuch erkennen	O23	1
	Löschen von Einträgen verstehen	O24	4
	Ja-Nein-Abfrage verstehen	O25	7
	Alternative Nein verstehen	O26	7

Abbildung A.4: Liste aller vermittelten Operationen (1)

Komponente	Operation	neu	#
Anruflisten	Markierung im Hauptmenü verschieben	O27	13
	Anruflisten verstehen	O28	4
	Symbol entgangener Anruf erkennen	O29	1
	Direkt zu Anrufliste mit F-Taste verstehen	O30	2
	Unterschied zwischen Einträge mit und ohne Namen verstehen	O31	2
	Weiterleitung zum Telefonbuch verstehen	O32	4
	Gesprächsdauer verstehen	O33	1
	Listen der Gesprächsdauer verstehen	O34	1
Einstellungen	Einstellungen verstehen	O35	3
	Lautstärke verstehen	O36	1
	Lautstärkenänderung hören	O37	1
	Klingelton verstehen	O38	1
	Symbol Note im Startdisplay erkennen	O39	1
	Telefonnummerunterdrückung verstehen	O40	1
	Tastensperre verstehen	O41	1
	Symbol Schlüssel im Startdisplay erkennen	O42	1
	Tastensperre mit Schlüsseltaste ausschalten	O43	1
Textnachrichten	Symbol Brief im Startdisplay erkennen	O44	1
	Textnachrichten verstehen	O45	6
	Textnachricht lesen	O46	1
	Listen der Textnachrichten verstehen	O47	3
	Empfängerauswahl verstehen	O48	2
	Bestätigung verstehen	O49	2
	SMS durch F-Taste senden	O50	2
Archiv	Nicht-gesendete Nachrichten verstehen	O51	1
	Archiv verstehen	52	3
	Bilder verstehen	53	3
	Bild "mit Text/ohne Text" verstehen	O54	1
	Bild "mit Text" durch F-Taste senden	O55	1
	Weiterleitung zu "Textnachrichten" verstehen	O56	1

Abbildung A.5: Liste aller vermittelten Operationen (2)

Aufgabe	Komponente	Tastendrücke
Aufgaben des Test 1		
1. Eintrag anrufen	Telefonbuch	6
2. Eintrag einsehen	Telefonbuch	12
3. Ändern eines Eintrags	Telefonbuch	31
4. Eintrag im Telefonbuch speichern	Telefonbuch	24
5. Löschen der Gesprächsdauer	Anruflisten	17
6. Details zu Anrufen einsehen	Anruflisten	20
7. Anruf im Telefonbuch speichern	Anruflisten	18
8. Löschen eines Anrufs	Anruflisten	14
Aufgaben des Test 2		
1. Eintrag anrufen	Telefonbuch	8
2. Eintrag Bank einsehen	Telefonbuch	10
3. Ändern eines Eintrags	Telefonbuch	31
4. Eintrag im Telefonbuch speichern	Telefonbuch	24
5. Löschen der Gesprächsdauer	Anruflisten	17
6. Details zu Anrufen einsehen	Anruflisten	20
7. Anruf im Telefonbuch speichern	Anruflisten	18
8. Löschen eines Anrufs	Anruflisten	14
Aufgaben des Test 3		
1. Eintrag anrufen	Telefonbuch	9
2. Eintrag im Telefonbuch speichern	Telefonbuch	24
3. Bild zu einem Eintrag hinzufügen	Telefonbuch	18
4. Anruf zurückrufen	Anruflisten	7
5. Lautstärke einstellen	Einstellungen	14
6. Anrufer eine Textnachricht senden	Textnachrichten	17
7. Textnachricht beantworten	Textnachrichten	15
8. Lied aus Archiv löschen	Archiv	18

Tabelle A.1: Aufgaben der zwei Zwischentests (Test 1 und 2) und des Abschlusstests (Test 3)

A.2 UNTERSUCHUNGSMATERIAL

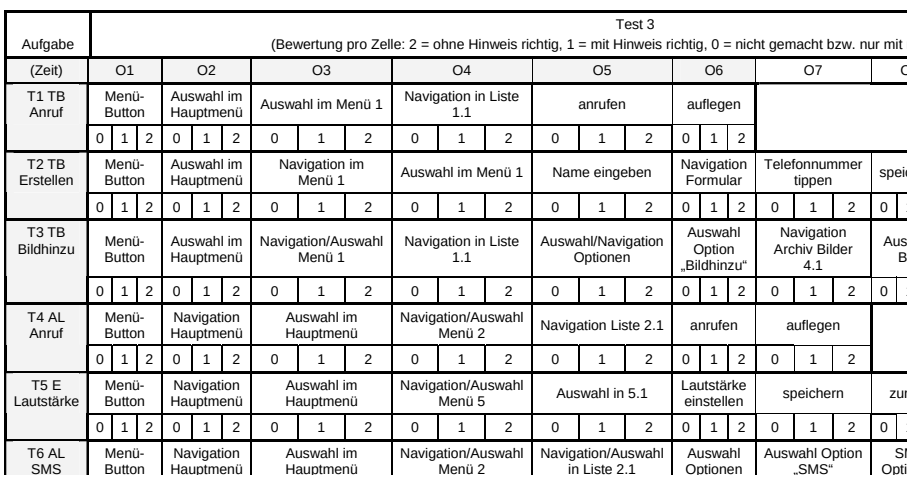

Abbildung A.7: Ausschnitt aus dem Bogen des Versuchsleiters zur Protokollierung der Hilfestellungen während der Leistungstests

Wenn der Trainierende längere Zeit nicht weiterkommt, die Aufgabe nicht versteht, falsche Bedienwege geht und nicht selbständig den richtigen Weg erkennt, dann sollte stufenweise verfahren werden.
1. Stufe (Motivation)
Wollen Sie vielleicht die Aufgabe noch einmal lesen? Probieren Sie es doch noch einmal. Probieren Sie ruhig, sie können nichts falsch machen.
2. Stufe (allgemeiner Hinweis)
Vielleicht haben Sie die Aufgabe nicht ganz korrekt verstanden und lesen sie sich noch einmal durch? Probieren Sie es noch einmal, sie waren schon auf dem richtigen Weg. Falls Sie nicht mehr weiter wissen, können Sie zum Startdisplay zurück und von vorne anfangen.
3. Stufe (Handlungsanleitung)
Ich habe den Eindruck, Sie kommen nicht weiter. Am besten Sie kehren zum Startdisplay zurück und versuchen es noch einmal. Ich glaube, Sie sind im falschen Menüpunkt. Kehren Sie doch am besten zum Menü XYZ zurück und gucken mal, welche anderen Menüpunkte (Optionen) es noch so gibt.
4. Stufe (Anweisung und Eingriff)
Ich sehe, dass Sie nicht mehr weiter wissen. Drücken Sie bitte die Auflegetaste (u. U. sogar durch VL), bis Sie im Menü XYZ sind. Wählen Sie den Menüpunkt/Option XYZ. Ich sehe, dass Sie gar nicht mehr weiter wissen. Das ist nicht schlimm, denn das war auch eine schwere Aufgabe. Wir machen am besten mit der nächsten Aufgabe weiter.

Tabelle A.2: Instruktion für den Versuchsleiter hinsichtlich der Hilfestellungen in den Leistungstests

A.3 Studie zur Bewertung des Trainings

Tabelle A.3: Kontrollvariable Geschlecht

Gruppe	VG mit Test	VG ohne Test	Kontrolle	gesamt
Geschlecht	männlich = 2 weiblich = 5	männlich 1 = weiblich = 6	männlich = 1 weiblich = 6	männlich = 4 weiblich = 17
	gesamt = 7	gesamt = 7	gesamt = 21	

Tabelle A.4: Kontrollvariable Schulabschluss

Gruppe	VG mit Test	VG ohne Test	Kontrolle	gesamt
Schulabschluss	ohne = 0 Hauptschule = 1 Realschule = 4 Abitur = 2	ohne = 0 Hauptschule = 1 Realschule = 4 Abitur = 2	ohne = Hauptschule = 0 Realschule = 3 Abitur = 4	ohne = 0 Hauptschule = 2 Realschule = 11 Abitur = 8
	gesamt = 7	gesamt = 7	gesamt = 7	gesamt = 21

Tabelle A.5: Kontrollvariablen, Mittelwert (Standardabweichung), n=21

Gruppe	VG mit Test	VG ohne Test	Kontrolle	gesamt
Alter (in Jahren)	68,43 (6,00)	69,57 (6,57)	69,86 (10,82)	69,29 (8,32)
Erfahrung*	7,43 (2,94)	6,86 (2,80)	7,43 (2,44)	7,24 (2,61)
KUT**	3,43 (0,61)	2,93 (1,27)	3,14 (1,07)	3,17 (0,99)
Handynutzung****	3,29 (1,80)	3,71 (1,38)	2,57 (1,76)	3,19 (1,63)
PC-Nutzung****	3,71 (2,56)	5,43 (2,15)	4,14 (3,02)	4,43 (2,58)

* Erfahrungscore von 0-15, 15 = maximal ** 5-stufige Likertskala, 5 = sehr hoch **** 7-stufige Ratingskala, 7 = täglich, 1 = fast nie

Tabelle A.6: Varianzanalyse „Gruppe“

Kontrollvariable	df	F	p	η^2
Alter	2, 18	0,05	0,95	0,006
Schulabschluss	2, 18	1,04	0,34	0,103
Vorerfahrung	2, 18	0,10	0,90	0,011
KUT	2, 18	0,42	0,66	0,045
Handynutzung	2, 18	0,87	0,44	0,088
PC-Nutzung	2, 18	0,42	0,66	0,045

*signifikant mit $p < 0,05$

Tabelle A.7: Anzahl der Tastendrücke beim Abschlusstest (pro Aufgabe), Mittelwert (Standardabweichung), n=21

Gruppe	Training mit Tests	Training ohne Tests	Kontrollgruppe
Abschlusstest gesamt	26,88 (9,50)	23,48 (4,42)	22,20 (3,91)
Aufgaben ohne Transfer	23,95 (5,89)	22,69 (6,03)	20,35 (3,80)
Aufgaben mit Transfer	31,56 (14,89)	27,30 (7,22)	26,18 (5,01)

Tabelle A.8: Bearbeitungszeit für den Abschlusstest (pro Aufgabe), Mittelwert (Standardabweichung)

Gruppe	Training mit Tests	Training ohne Tests	Kontrollgruppe
Abschlusstest gesamt	87,38 (40,08)	89,83 (46,79)	107,19 (39,52)
Aufgaben ohne Transfer	84,74 (40,42)	109,83 (68,89)	105,21 (56,74)
Aufgaben mit Transfer	116,32 (51,88)	104,09 (51,73)	137,85 (55,23)

Tabelle A.9: Anzahl der Hilfestellungen beim Abschlusstest (pro Aufgabe), Mittelwert (Standardabweichung)

Gruppe	Training mit Tests	Training ohne Tests	Kontrollgruppe
Abschlusstest	0,41 (0,27)	1,22 (0,61)	2,63 (1,38)
Aufgaben ohne Transfer	0,21 (0,30)	1,21 (1,15)	2,33 (1,95)
Aufgaben mit Transfer	0,61 (0,52)	1,21 (0,62)	2,89 (1,00)

Tabelle A.10: ANOVA für Faktor „Gruppe“

Variable	df	F	p	η^2
Tastendrücke				
Abschlusstest gesamt	2, 18	0,98	0,39	0,098
Aufgaben ohne Transfer	2, 18	0,82	0,46	0,084
Aufgaben mit Transfer	2, 18	0,57	0,58	0,059
Bearbeitungszeit				
Abschlusstest gesamt	2, 18	0,46	0,64	0,048
Aufgaben ohne Transfer	2, 18	0,39	0,68	0,042
Aufgaben mit Transfer	2, 18	0,73	0,49	0,075
Hilfestellungen				
Abschlusstest gesamt	2, 18	11,26	0,00*	0,556
Aufgaben ohne Transfer	2, 18	4,53	0,03*	0,335
Aufgaben mit Transfer	2, 18	17,85	0,00*	0,665

*signifikant mit $p < 0,05$

Tabelle A.11: Post-Hoch-Analyse für den Parameter Hilfestellungen im Abschlusstest(mittlere Differenz)

Variable	mittlere Differenz	p
Hilfestellungen, gesamt		
Training mitt Test - Training hone Test	-0,80	0,317
Training mit Test - Kontrolle	-2,21	<0,001*
Training ohne Test - Kontrolle	-1,41	<0,025*
Hilfestellungen, ohne Transfer		
Training mitt Test - Training hone Test	-1,00	0,518
Training mit Test - Kontrolle	-2,12	<0,025*
Training ohne Test - Kontrolle	-1,11	0,389
Hilfestellungen, mit Transfer		
Training mitt Test - Training hone Test	-0,61	0,429
Training mitt Test - Controlled	-2,19	<0,001*
Training hone Test - Controlled	-1,68	<0,001*

*significant mit $p < 0,25$

Tabelle A.12: Anzahl der richtigen Antworten im Lückentext (0-11), Mittelwert (Standardabweichung), n=21

Gruppe	Training mit Tests	Training ohne Tests	Kontrollgruppe
Richtige Antworten	6,29 (3,35	6,14 (1,22)	5,67 (2,42)

Tabelle A.13: Anzahl richtig gelegter Karten beim Sequenzlegen (pro Aufgabe), Mittelwert (Standardabweichung), n=19

Gruppe	Training mit Tests	Training ohne Tests	Kontrollgruppe
Aufgabe 1	4,43 (0,79)	4,29 (0,95)	4,60 (5,48)
Aufgabe 2	4,29 (1,11)	5,14 (0,90)	4,40 (1,67)
Aufgabe 3	6,00 (1,41)	6,14 (1,07)	4,60 (0,89)

Tabelle A.14: Ebenen (0-3) und Leistungsscore (0-3) beim Strukturlegen, Mittelwert (Standardabweichung), n=19

Gruppe	Training mit Tests	Training ohne Tests	Kontrollgruppe
Ebenen	2,14 (0,69)	2,29 (0,95)	1,40 (0,89)
Score	2,14 (1,07)	2,29 (0,95)	1,40 (0,89)

Tabelle A.15: ANOVA für Faktor „Gruppe“

Variable	df	F	p	η^2
Lückentext	1, 18	0,11	0,90	0,012
Sequenzlegen				
Aufgabe 1	2, 16	0,23	0,80	0,027
Aufgabe 2	2, 16	1,00	0,39	0,111
Aufgabe 3	2, 16	2,92	0,08	0,267
Strukturlegen				
Ebenen	2, 16	1,75	0,21	0,180
Score	2, 16	1,30	0,30	0,140

*signifikant mit $p < 0{,}05$

Tabelle A.16: Bewertung und Selbstwirksamkeit, Mittelwert (Standardabweichung)*

Gruppe	Training mit Tests	Training ohne Tests	Kontrollgruppe
Selbstwirksamkeit	3,71 (0,76)	3,86 (0,90)	3,71 (1,11)
Bewertung	4,57 (0,45)	4,64 (0,38)	4,71 (0,57)

* 5-stufge Likertskala, 5 = sehr hoch, 1 = sehr gering

Tabelle A.17: ANOVA für Faktor „Gruppe“

Variable	df	F	p	η^2
Selbstwirksamkeit	2, 18	0,06	0,95	0,006
Bewertung	2, 18	0,16	0,85	0,018

*signifikant mit $p < 0{,}05$

Tabelle A.18: Trainingsdauer (in min), Mittelwert (Standardabweichung), n=14

Versuchsgruppe	Training ohne Tests	Training mit Tests
Training 1	55,29 (19,21)	56,57 (10,50)
Training 2	40,00 (12,22)	45,57 (6,71)
gesamt	95,29 (29,31)	102,14 (6,77)

Tabelle A.19: Anzahl der Übungen während des Trainings, Mittelwert (Standardabweichung), n=14

Versuchsgruppe	Training ohne Tests	Training mit Tests
Training 1	3,71 (4,79)	1,71 (2,93)
Training 2	4,71 (5,35)	0,71 (0,95)
gesamt	8,43 (9,20)	2,43 (2,94)

Tabelle A.20: ANOVA für Faktor „Versuchsgruppe“ (mit vs. ohne Zwischentests)

Variable	df	F	p	η^2
Trainingsdauer				
Training 1	1, 12	0,02	0,88	0,002
Training 2	1, 12	1,12	0,31	0,085
gesamt	1, 12	0,36	0,56	0,029
Anzahl der Übungen				
Training 1	1, 12	0,89	0,36	0,069
Training 2	1, 12	3,80	0,08	0,240
gesamt	1, 12	2,70	0,13	0,184

*signifikant mit $p < 0{,}05$

Tabelle A.21: Leistung im Zwischentest 1 (pro Test), Mittelwert (Standardabweichung), n=14

Gruppe	Training mit Zwischentest	Kontrollgruppe
Anzahl der Tastendrücke	231,43 (48,13)	202,29 (33,65)
Bearbeitungszeit (in s) 2	1031,43 (483,42)	1576,25 (1283,31)
Anzahl der Hilfestellungen	7,14 (6,34)	28,14 (13,02)
Anzahl ungelöster Aufgaben	0,00 (0,00)	0,86 (0,90)

Tabelle A.22: ANOVA für Faktor „Gruppe“ (Zwischentest 1)

Variable	df	F	p	η^2
Tastendrücke	1, 12	1,10	0,31	0,084
Bearbeitungszeit	1, 12	1,72	0,21	0,126
ungelöste Aufgaben	1, 12	6,35	0,03*	0,346
Hilfestellungen	1, 12	14,73	0,00*	0,551

*signifikant mit $p < 0{,}05$

Tabelle A.23: Beurteilerübereinstimmung zwischen zwei Beurteilern hinsichtlich Einschätzung des Lernerfolgs

	Anzahl der Fälle	Übereinstimmung	Cohens Kappa	Signifikanz
Lernerfolg	95	89,60 Prozent	0,64	p<0,000
Übungsbedarf	95	97,94 Prozent	0,49	p<0,000

Tabelle A.24: Vergleich der Leistung im Lückentext vor und nach dem Training, n=60

Messzeitpunkt	vor dem Training	nach dem Training
Häufigkeit	0,47 (0,35)	0,60 (0,21)

Tabelle A.25: Wilcoxen-Test für den Prä-Post-Testvergleich des Lückentextes

Variable	n	Z	p
Tastendrücke	60	-3,22	0,001*

*signifikant mit $p < 0{,}05$

Lückentext

Der folgende Lückentext enthält Beschreibungen des Mobiltelefons, mit dem Sie trainiert haben. Bitte vervollständigen Sie den folgenden Lückentext.

Beispiel: Um einen Anruf entgegenzunehmen, drückt man die Anruftaste.

Um den Anruf zu beenden, drückt man Auflegetaste.
Um den Namen „Sven“ einzugeben, drückt man nacheinander die Tasten „7“ „8“ „3“ „6“. .
Man erstellt einen neuen Eintrag im Telefonbuch, indem man Namen und die Telefonnummer des Eintrags speichert.
Wie lange telefoniert wurde, kann man im Menü Gesprächsdauer des Menüs Anruflisten sehen.
Um einen Eintrag zu löschen, einzusehen oder zu bearbeiten, muss man zuerst die Optionen aufrufen.
Um das Telefonbuch, die Anruflisten oder Textnachrichten auszuwählen, muss man zunächst das Hauptmenü aufrufen.
Mit der Auflegetaste gelangen Sie immer einen Schritt zurück.
Im Menü „Einstellungen“ kann man Eigenschaften des Mobiltelefons verändern, wie z.B. die die Lautstärke oder die Tastensperre.
Mit der Tastensperre lassen sich die Tasten des Mobiltelefons blockieren, so dass sie nicht versehentlich gedrückt werden können.

Abbildung A.6: Lückentext mit richtigen Antworten

Anhang B

Anhang Ergebnisse

B.1 Untersuchung zum Materialvergleich

Tabelle B.1: Kontrollvariable Geschlecht

Variante	integriert	papierbasiert	gesamt
Geschlecht	männlich = 5 weiblich = 19	männlich = 7 weiblich = 18	männlich = 12 weiblich = 37
	gesamt = 24	gesamt = 25	gesamt = 49

Tabelle B.2: Kontrollvariable Schulabschluss

Variable	integriert	papierbasiert	gesamt
Schulabschluss	ohne = 0 Hauptschule = 7 Realschule = 12 Abitur = 5	ohne = 0 Hauptschule = 2 Realschule = 7 Abitur = 16	ohne = 0 Hauptschule = 9 Realschule = 19 Abitur = 21
	gesamt = 24	gesamt = 25	gesamt = 49

Tabelle B.3: Kontrollvariablen, Mittelwert (Standardabweichung)

Trainingsgruppe	integriert	papierbasiert	gesamt
Alter (in Jahren)	64,92 (7,02)	65,60 (6,02)	65,27 (6,47)
Erfahrung*	7,17 (3,25)	7,32 (2,98)	7,24 (3,09)
KUT**	3,23 (1,07)	3,14 (0,76)	3,19 (0,91)
SEA-Skala***	17,00 (15,81)	25,40 (35,65)	21,29 (27,80)
Handynutzung****	3,63 (2,06)	3,72 (2,21)	3,64 (2,12)
PC-Nutzung****	3,71 (2,56)	4,40 (2,72)	4,06 (2,64)

* Erfahrungscore von 0-15, 15 = maximal ** 5-stufige Likertskala, 5 = sehr hoch *** Anstrengungsskala von 0 - 220, 220 = sehr hoch **** 7-stufige Ratingskala, 7 = täglich, 1 = fast nie

Tabelle B.4: ANOVA für Faktor „Trainingsvariante“ (papierbasiert vs. integriert)

Kontrollvariable	df	F	p	η^2
Alter	1, 47	0,13	0,72	0,003
Schulabschluss	1, 47	10,83	0,00*	0,187
Vorerfahrung	1, 47	0,03	0,86	0,001
KUT	1, 47	1,12	0,30	0,023
SEA-Skala	1, 47	0,13	0,72	0,003
Handynutzung	1, 47	0,02	0,88	0,001
PC-Nutzung	1, 47	0,84	0,37	0,017

*signifikant mit $p < 0{,}05$

Tabelle B.5: Itemkennwerte zur Selbstwirksamkeit

Item	Item-Skala-Korrelation	Schwierigkeit
Ich bin mit meinem Trainingserfolg zufrieden.	0,65	0,52
Beim Bearbeiten der Lektionen konnte ich Wissen aus anderen Bereichen nutzen.	0,49	0,43
Das Training war für mich einfach zu durchschauen.	0,77	0,57
Es ist mir leicht gefallen, die Bedienung des simulierten Mobiltelefons zu lernen.	0,58	0,71
Bei der Bearbeitung der Lektionen konnte ich mich auf meine Fähigkeiten verlassen.	0,55	0,67

Tabelle B.6: Itemkennwerte zur Bewertung des Trainings

Item	Item-Skala-Korrelation	Schwierigkeit
Das Training fand ich schwer.	0,65	0,54
Das Training hat mir nicht geholfen, die Bedienung eines Mobiltelefons zu erlernen.	0,54	0,61
Die Lektionen waren zu ausführlich.	0,59	0,46
Es hat mir Spaß gemacht, die Bedienung eines Mobiltelefons zu erlernen.	0,34	0,41
Ich glaube, dass ich durch das Training andere Mobiltelefone besser bedienen kann.	0,43	0,35
Das Training bot genug Möglichkeiten zum Üben an.	0,39	0,49

Tabelle B.7: Interne Konsistenz und Schwierigkeit der Skalen

Skala	Anzahl der Items	Cronbachs α	Skalenschwierigkeit
Selbstwirksamkeit	5	0,79	0,61
Bewertungs des Trainings	6	0,71	0,49

Tabelle B.8: Erlebte Anstrengung, Mittelwert (Standardabweichung)

Trainingsgruppe	integriert	papierbasiert
Interview	17,00 (15,81)	25,4 (35,65)
Training 1	49,04 (36,74)	59,72 (43,37)
Zwischentest 1	53,08 (39,78)	64,60 (34,15)
Zwischentest 2	47,58 (41,11)	52,40 (33,85)
Training 2	48,04 (36,43	50,40 (26,06)
Abschlusstest	56,11 (48,04)	60,68 (43,24)
Wissenstests	86,00 (42,67)	86,42 (47,87)

Tabelle B.9: ANOVA für Faktor „Trainingsvariante“ (papierbasiert vs. integriert)

		Hauptfaktor Training			Kovariate Schulabschluss		
Variable	df	F	p	η^2	F	p	η^2
Interview	1, 46	0,08	0,78	0,002	0,52	0,12	0,052
Training 1	1, 46	0,35	0,56	0,008	0,31	0,58	0,007
Zwischentest 1	1, 46	0,93	0,34	0,020	0,00	0,99	0,000
Zwischentest 2	1, 46	0,97	0,33	0,021	1,78	0,19	0,037
Training 2	1, 46	0,00	0,99	0,000	0,33	0,57	0,007
Abschlusstest	1, 46	0,63	0,43	0,017	1,40	0,24	0,036
Wissenstests	1, 46	0,06	0,82	0,001	0,35	0,56	0,008

*signifikant mit $p < 0{,}05$

Tabelle B.10: Trainingsdauer (in min), Mittelwert (Standardabweichung)

Trainingsgruppe	integriert	papierbasiert
Training 1	49,29 (17,56)	51,24 (18,33)
Training 2	39,33 (16,02)	37,32 (12,51)
gesamt	88,63 (30,93)	88,56 (26,49)

Tabelle B.11: Anzahl der Übungen während des Trainings, Mittelwert (Standardabweichung)

Trainingsgruppe	integriert	papierbasiert
Training 1	2,42 (3,36)	4,20 (6,56)
Training 2	2,92 (4,18)	4,44 (8,18)
gesamt	5,33 (6,86)	8,64 (14,05)

Tabelle B.12: ANOVA für Faktor „Trainingsvariante“ (papierbasiert vs. integriert)

		Hauptfaktor Training			Kovariate Schulabschluss		
Variable	df	F	p	η^2	F	p	η^2
Trainingsdauer							
Training 1	1, 46	0,34	0,56	0,077	0,32	0,58	0,007
Training 2	1, 46	0,10	0,76	0,002	0,09	0,77	0,002
gesamt	1, 46	0,04	0,84	0,001	0,25	0,62	0,005
Anzahl der Übungen							
Training 1	1, 46	0,26	0,61	0,006	1,72	0,20	0,036
Training 2	1, 46	0,08	0,77	0,002	1,07	0,31	0,023
gesamt	1, 46	0,17	0,68	0,004	1,51	0,23	0,032

*signifikant mit $p < 0{,}05$

Tabelle B.13: Anzahl der Tastendrücke bei den Leistungstests (pro Test), Mittelwert (Standardabweichung)

Trainingsgruppe	integriert	papierbasiert
Zwischentest 1	245,25 (76,75)	261,32 (68,61)
Zwischentest 2	269,33 (111,52)	264,96 (91,47)
Abschlusstest	224,26 (68,48)	220,00 (43,49)

Tabelle B.14: Bearbeitungszeit für die Leistungstests (pro Test in s), Mittelwert (Standardabweichung)

Trainingsgruppe	integriert	papierbasiert
Zwischentest 1	906,04 (534,16)	1017,49 (477,30)
Zwischentest 2	1074,17 (667,47)	1181,74 (662,62)
Abschlusstest	696,15 (382,83)	761,52 (304,76)

Tabelle B.15: Anzahl der Hilfestellungen bei den Leistungstests (pro Test), Mittelwert (Standardabweichung)

Trainingsgruppe	integriert	papierbasiert
Zwischentest 1	7,00 (7,33)	4,76 (3,87)
Zwischentest 2	5,96 (6,41)	6,28 (6,89)
Abschlusstest	3,92 (4,11)	3,92 (6,43)

Tabelle B.16: ANOVA für Faktor „Trainingsvariante“ (papierbasiert vs. integriert)

		Hauptfaktor Training			Kovariate Schulabschluss		
Variable	df	F	p	η^2	F	p	η^2
Tastendrücke							
Zwischentest 1	1, 46	3,18	0,08	0,065	5,92	0,02*	0,114
Zwischentest 2	1, 46	2,67	0,11	0,055	6,41	0,02*	0,122
Abschlusstest	1, 46	0,79	0,38	0,017	0,47	0,50	0,010
Bearbeitungszeit							
Zwischentest 1	1, 46	2,91	0,01*	0,060	5,12	0,03*	0,100
Zwischentest 2	1, 46	1,64	0,21	0,034	10,91	0,00*	0,192
Abschlusstest	1, 45	0,28	0,60	0,006	3,50	0,07	0,072
Hilfestellungen							
Zwischentest 1	1, 43	0,07	0,79	0,002	4,24	0,05*	0,090
Zwischentest 2	1, 46	1,31	0,26	0,028	5,16	0,03*	0,101
Abschlusstest	1, 46	0,23	0,63	0,005	1,22	0,27	0,026

*signifikant mit $p < 0{,}05$

Tabelle B.17: Anzahl der Tastendrücke beim Abschlusstest (pro Aufgabe), Mittelwert (Standardabweichung)

Trainingsgruppe	integriert	papierbasiert
Abschlusstest gesamt	28,46 (8,71)	27,78 (5,24)
Aufgaben ohne Transfer	24,85 (9,75)	23,82 (7,43)
Aufgaben mit Transfer	31,22 (10,35)	31,18 (5,90)

Tabelle B.18: Bearbeitungszeit für den Abschlusstest (pro Aufgabe in s), Mittelwert (Standardabweichung)

Trainingsgruppe	integriert	papierbasiert
Abschlusstest gesamt	87,02 (47,85)	95,19 (38,10)
Aufgaben ohne Tranfer	71,38 (43,06)	79,38 (42,90)
Aufgaben mit Transfer	102,66 (59,51)	111,15 (44,20)

Tabelle B.19: Anzahl der Hilfestellungen beim Abschlusstest (pro Aufgabe), Mittelwert (Standardabweichung)

Trainingsgruppe	integriert	papierbasiert
Abschlusstest	0,49 (0,51)	0,49 (0,80)
Aufgaben ohne Transfer	0,19 (0,36)	0,17 (0,43)
Aufgaben mit Transfer	0,79 (0,79)	0,81 (1,35)

Tabelle B.20: ANOVA für Faktor „Trainingsvariante“ (papierbasiert vs. integriert)

		Hauptfaktor Training			Kovariate Schulabschluss		
Variable	df	F	p	η^2	F	p	η^2
Tastendrücke							
Abschlusstest gesamt	1, 45	0,79	0,38	0,017	0,47	0,50	0,010
Aufgaben ohne Transfer	1, 45	0,96	0,33	0,021	0,88	0,35	0,019
Aufgaben mit Transfer	1, 45	0,44	0,51	0,009	0,13	0,72	0,003
Bearbeitungszeit							
Abschlusstest gesamt	1, 46	0,28	0,60	0,006	3,50	0,07	0,072
Aufgaben ohne Transfer	1, 46	0,10	0,76	0,002	2,81	0,10	0,059
Aufgaben mit Transfer)	1, 46	0,33	0,57	0,007	2,02	0,16	0,043
Hilfestellungen							
Abschlusstest gesamt	1, 46	0,23	0,63	0,005	1,22	0,27	0,026
Aufgaben ohne Transfer	1, 46	0,95	0,34	0,020	6,71	0,01*	0,127
Aufgaben mit Transfer	1, 46	0,07	0,80	0,001	0,23	0,64	0,005

*signifikant mit $p < 0{,}05$

Tabelle B.21: Anzahl der richtigen Antworten im Lückentext (0-11), Mittelwert (Standardabweichung)

Trainingsgruppe	integriert	papierbasiert
Richtige Antworten	7,29 (2,77)	7,12 (3,09)

Tabelle B.22: Anzahl richtig gelegter Karten beim Sequenzlegen (pro Aufgabe), Mittelwert (Standardabweichung)

Trainingsgruppe	integriert	papierbasiert
Aufgabe 1	4,42 (0,78)	4,44 (0,96)
Aufgabe 2	4,92 (1,06)	4,88 (0,93)
Aufgabe 3	6,17 (1,20)	6 (1,23)

Tabelle B.23: Ebenen (0-3) und Leistungscore (0-3) beim Strukturlegen, Mittelwert (Standardabweichung)

Trainingsgruppe	integriert	papierbasiert
Ebenen	1,96 (0,81)	1,80 (0,82)
Score	1,96 (0,96)	1,56 (1,08)

Tabelle B.24: ANOVA für Faktor „Trainingsvariante“ (papierbasiert vs. integriert)

		Hauptfaktor Training			Kovariate Schulabschluss		
Variable	df	F	p	η^2	F	p	η^2
Lückentext	1, 46	1,86	0,18	0,039	7,28	0,01*	0,137
Sequenzlegen							
Aufgabe 1	1, 46	0,75	0,39	0,016	4,83	0,03*	0,095
Aufgabe 2	1, 46	0,29	0,60	0,006	0,94	0,34	0,020
Aufgabe 3	1, 46	1,80	0,19	0,037	4,23	0,05*	0,084
Strukturlegen							
Ebenen	1, 46	2,84	0,01*	0,058	5,78	0,02*	0,122
Score	1, 46	6,75	0,01*	0,128	8,65	0,01*	0,158

*signifikant mit $p < 0{,}05$

Tabelle B.25: Bewertung und Selbstwirksamkeit, Mittelwert (Standardabweichung)*

Trainingsgruppe	integriert	papierbasiert
Bewertung	4,31 (0,7)	4,47 (0,42)
Selbstwirksamkeit	3,78 (0,71)	3,55 (0,83)

* 5-stufge Likertskala, 5 = sehr hoch, 1 = sehr gering

Tabelle B.26: ANOVA für Faktor „Trainingsvariante“ (papierbasiert vs. integriert)

		Hauptfaktor Training			Kovariate Schulabschluss		
Variable	df	F	p	η^2	F	p	η^2
Bewertung	1, 46	1,93	0,17	0,040	0,08	0,78	0,002
Selbstwirksamkeit	1, 46	1,03	0,32	0,022	0,03	0,86	0,001

*signifikant mit $p < 0{,}05$

B.2 Untersuchung zur Anpassung des Trainings an den Lerner

Tabelle B.27: Kontrollvariable Geschlecht (männlich = m, weiblich = w)

		Funktionsumfang		
		Vollversion	mitwachsend	gesamt
Explizite	ohne	m = 4, w = 8	m = 4, w = 8	m = 8, w = 16
Hinweise	mit	m = 4, w = 7	m = 5, w = 8	m = 9, w = 15
Summe		m = 8, w = 15	m = 9, w = 16	m = 17, w = 31

Tabelle B.28: Kontrollvariable Schulabschluss (ohne = 1, Hauptschule = 2, Realschule = 3, Gymnasium = 4)

		Funktionsumfang		
		Vollversion	mitwachsend	gesamt
Explizite Hinweise	ohne	1 = 0	1 = 0	1 = 0
		2 = 3	2 = 2	2 = 5
		3 = 5	3 = 2	3 = 7
		4 = 3	4 = 5	4 = 8
	mit	1 = 0	1 = 1	1 = 1
		2 = 3	2 = 3	2 = 6
		3 = 6	3 = 3	3 = 9
		4 = 2	4 = 3	4 = 5
gesamt		1 = 0	1 = 1	1 = 1
		2 = 6	2 = 5	2 = 11
		3 = 11	3 = 5	3 = 16
		4 = 5	4 = 8	4 = 13

Tabelle B.29: Mittelwert (Standardabweichung) der Kontrollvariablen

	Mittelwerte (Standardabweichung)			
	Funktionsumfang		Explizite Hinweise	
	Vollversion	mitwachsend	ohne	mit
Alter (in Jahren)	65,42 (6,16)	66,00 (5,99)	66,55 (4,30	66,54 (5,22)
Erfahrung*	7,75 (2,60)	7,75 (2,67)	7,27 (3,07)	7,15 (2,51)
Schulabschluss	3,00 (0,78)	3,33 (0,87)	2,91 (0,70)	2,80 (1,10)
KUT**	2,96 (0,99)	2,92 (0,85)	3,09 (0,63)	3,00 (0,79)
SEA-Skala***	19,00 (9,06)	20,83 (20,21)	24,36 (18,04)	21,77 (10,68)
Handynutzung****	3,25 (1,77)	3,75 (2,09)	4,00 (1,67)	3,38 (2,06)
PC-Nutzung****	3,00 (2,26)	3,08 (2,54)	3,73 (2,33)	3,69 (2,78)

* Erfahrungscore von 0-15, 15 = maximal
** 5-stufige Likertskala, 5 = sehr hoch
*** Anstrengungskala von 0 - 220, 220 = sehr hoch
**** 7-stufige Ratingskala, 7 = täglich, 1 = fast nie

Tabelle B.30: Zweifaktorielle ANOVA zu den Kontrollvariablen

		Funktionsumfang (F			Hinweise (H)			Interaktion (F*H)		
Variable	df	F	p	η^2	F	p	η^2	F	p	η^2
Alter	1, 44	0,03	0,86	0,001	0,28	0,60	0,006	0,04	0,085	0,001
Vorerfahrung	1, 44	0,01	0,94	0,000	0,47	0,50	0,011	0,01	0,94	0,000
Schulabschluss	1, 37	0,18	0,68	0,005	1,38	0,25	0,036	0,70	0,41	0,018
KUT	1, 44	0,08	0,78	0,002	0,20	0,65	0,005	0,01	0,92	0,000
SEA-Skala	1, 44	0,01	0,93	0,000	0,52	0,47	0,012	0,26	0,61	0,006
Handynutzung	1, 44	1,01	0,32	0,023	1,56	0,22	0,034	3,64	0,06	0,076
PC-Nutzung	1, 44	0,44	0,51	0,010	2,62	0,11	0,056	0,60	0,44	0,013

*signifikant mit p < 0,05

Tabelle B.31: Mittelwert (Standardabweichung) zur erlebten Anstrengung (SEA-Skala)

	Mittelwerte (Standardabweichung), n=48			
	ohne Systemhinweise		mit Systemhinweisen	
	mitwachsend	Vollversion	mitwachsend	Vollversion
Interview	19,00 (9,06)	20,83 (20,21)	24,36 (18,04)	21,77 (10,68)
Training 1	51,67 (42,66)	47,67 24,64	65,18 (44,21)	82,46 (36,89)
Zwischentest 1	57,92 (43,30)	64,17 (44,41)	65,73 (44,37)	83,62 (32,70)
Zwischentest 2	51,42 (49,87)	46,50 (33,22)	63,45 (52,76)	61,08 (28,86)
Training 2	50,42 (39,11)	43,75 (27,73)	40,45 (32,17)	67,77 (36,97)
Abschlusstest	55,56 (55,25)	34,58 (26,58)	36,09 (22,29)	35,67 (27,27)
Wissenstest	84,00 (40,29)	49,09 (35,06)	66,00 (63,66)	73,67 (41,39)

Tabelle B.32: Zweifaktorielle ANOVA zur erlebten Anstrengung (SEA-Skala)

		Funktionsumfang (F)			Hinweise (H)			Interaktion (F*H)		
Variable	df	F	p	η^2	F	p	η^2	F	p	η^2
Interview	1, 44	0,01	0,93	0,000	0,52	0,47	0,012	0,26	0,61	0,006
Training 1	1, 44	0,37	0,55	0,008	4,91	0,03*	0,100	0,95	0,34	0,021
Zwischentest 1	1, 44	1,02	0,32	0,023	1,31	0,26	0,029	0,24	0,63	0,005
Zwischentest 2	1, 44	0,09	0,77	0,002	1,21	0,28	0,027	0,10	0,92	0,000
Training 2	1, 44	1,08	0,31	0,024	0,50	0,48	0,011	2,92	0,10	0,059
Abschlusstest	1, 40	1,10	0,30	0,027	0,08	0,37	0,020	1,01	0,32	0,025
Wissenstest	1, 42	0,99	0,32	0,023	0,06	0,81	0,001	2,44	0,13	0,058

*signifikant mit p < 0,05

Tabelle B.33: Mittelwert (Standardabweichung) von Parametern des Trainingsverlaufs

	Mittelwerte (Standardabweichung)			
	ohne Systemhinweise		mit Systemhinweisen	
	mitwachsend	Vollversion	mitwachsend	Vollversion
Trainingsdauer (in min, n=47)				
Training 1	55,25 (20,91)	48,67 (15,86)	68,18 (31,07)	58,85 (36,43)
Training 2	42,25 (17,71)	36,83 (09,19)	40,73 (12,18)	37,62 (13,37)
gesamt	97,50 (36,86)	85,50 (20,72)	108,91 (41,43)	96,46 (47,68)
Bearbeitungszeit (in s, n=36)				
Training 1		5031,00 (2250,50)	5293,38 (2310,63)	5028,78 (2487,12)
Training 2		3896,80 (1406,66)	4100,97 (3075,15)	3116,74 (1782,80)
gesamt		8928,80 (2661,69)	9394,35 (4969,91)	8145,51 (4476,13)
Tastendrücke (Anzahl, n = 47)				
Training 1	308,83 (116,34)	297,25 (85,19)	399,80 (120,88)	353,75 (115,14)
Training 2	322,08 (123,38)	315,92 (115,65)	320,80 (44,15)	316,92 (72,15)
gesamt	630,92 (225,32)	613,17 (197,02)	720,60 (142,92)	670,67 (163,96)
Selbständige Übungen (Anzahl, n=47)				
Training 1	3,58 (3,83)	3,42 (4,14)	4,60 (4,27)	3,50 (3,99)
Training 2	4,92 (5,16)	3,83 (4,73)	2,70 (1,77)	1,50 (1,68)
gesamt	8,50 (8,25)	7,25 (8,64)	6,30 (5,33)	5,00 (4,81)

Tabelle B.34: Zweifaktorielle ANOVA der Parameter des Trainingsverlaufs

		Funktionsumfang (F)			Hinweise (H)			Interaktion (F*H)		
Variable	df	F	p	η^2	F	p	η^2	F	p	η^2
Trainingsdauer										
Training 1	1, 44	1,01	0,30	0,022	2,12	0,15	0,046	0,03	0,86	0,001
Training 2	1, 44	1,20	0,28	0,026	0,01	0,93	0,000	0,09	0,77	0,002
gesamt	1, 44	1,23	0,27	0,027	1,03	0,32	0,023	0,00	0,98	0,000
Differenz	1, 44	0,40	0,53	0,009	4,11	0,05*	0,085	0,19	0,67	0,004
Tastendrücke										
Training 1	1, 43	0,47	0,50	0,011	6,05	0,02*	0,123	0,11	0,74	0,003
Training 2	1, 42	0,03	0,86	0,001	0,00	1,00	0,000	0,00	1,00	0,000
gesamt	1, 42	0,53	0,47	0,012	1,55	0,22	0,035	0,16	0,69	0,004
Differenz	1, 42	0,83	0,37	0,019	8,04	0,01 *	0,161	0,50	0,49	0,012
Selbständige Übungen										
Training 1	1, 43	0,12	0,71	0,003	0,41	0,53	0,009	0,05	0,83	0,001
Training 2	1, 42	0,33	0,57	0,008	6,18	0,02*	0,128	0,16	0,69	0,004
gesamt	1, 42	0,30	0,59	0,007	1,03	0,32	0,023	0,00	0,95	0,000
Differenz	1, 42	0,00	0,99	0,000	10,69	0,00*	0,203	0,80	0,38	0,019

*signifikant mit $p < 0{,}05$

Tabelle B.35: Mann-Whitney-U-Test für Operationen zur Navigation im Hauptmenü während des Trainings

	Funktionsumfang			Systemhinweise		
Variable	n	U	p	n	U	p
Bearbeitungszeit						
Training 1	23	62,00	0,85	25	73,00	0,79
Training 2	22	52,00	0,60	24	43,00	0,09
gesamt	22	60,00	0,76	24	62,00	0,38

Tabelle B.36: Mittelwert (Standardabweichung von „Zurück-Operationen“ während des Trainings

	Mittelwerte (Standardabweichung)			
	ohne Systemhinweise		mit Systemhinweisen	
	mitwachsend	Vollversion	mitwachsend	Vollversion
Bearbeitungszeit(pro Lektion in s, n=45)				
Training 1	27419 (4050)	23724 (5129)	31498 (9718)	31316 (7328)
Training 2	22399 (4241)	18145 (2369)	18861 (2447)	22815 (6013)
gesamt	25015 (3918)	20990 (3123)	26058 (5988)	27627 (6659)
Tastendrücke (pro Lektion in s, n=45)				
Training 1	3,78 (0,81)	2,43 (0,40)	4,29 (1,16)	4,17 (0,92)
Training 2	5,83 (0,90)	5,18 (0,92)	5,12 (0,63)	5,19 (1,02)
gesamt	4,85 (0,69)	4,31 (0,59)	4,70 (0,59)	4,69 (0,66)

Tabelle B.37: Zweifaktorielle ANOVA von Zurück-Operationen während des Trainings

		Funktionsumfang (F)			Hinweise (H)			Interaktion (F*H)		
Variable	df	F	p	η^2	F	p	η^2	F	p	η^2
Bearbeitungszeit										
Training 1	1, 41	1,12	0,30	0,027	1,70	0,20	0,040	0,62	0,44	0,015
Training 2	1, 40	0,92	0,34	0,022	1,22	0,28	0,030	2,52	0,12	0,059
gesamt	1, 41	0,84	0,36	0,021	0,56	0,46	0,013	1,67	0,20	0,039
Tastendrücke)										
Training 1	1, 41	1,13	0,29	0,027	3,72	0,06	0,083	0,03	0,86	0,001
Training 2	1, 40	1,36	0,25	0,033	0,28	0,60	0,007	0,78	0,38	0,019
gesamt	1, 41	2,09	0,16	0,048	0,38	0,54	0,009	0,57	0,46	0,014

*signifikant mit $p < 0,05$

Tabelle B.38: Mittelwert (Standardabweichung von „Operationen zur Bestätigung von Aktionen“ während des Trainings

	Mittelwerte (Standardabweichung)			
	ohne Systemhinweise		mit Systemhinweisen	
	mitwachsend	Vollversion	mitwachsend	Vollversion
Bearbeitungszeit(pro Lektion in s, n=45)				
Training 1	41672 (8002)	38384 (12353)	43535 (9292)	41367 (8309)
Training 2	29048 (7591)	27035 (8219)	38419 (5992)	37242 (8862)
gesamt	35351 (7119)	32704 (9875)	41041 (6883)	39090 (6126)
Tastendrücke (pro Lektion in s, n=45)				
Training 1	3,22 (0,73)	3,08 (0,65)	3,78 (0,62)	3,83 (0,68)
Training 2	4,00 (1,09)	3,83 (0,96)	5,34 (0,45)	5,46 (0,34)
gesamt	3,58 (0,85)	3,44 (0,76)	4,45 (0,50)	4,55 (0,48)

Tabelle B.39: Zweifaktorielle ANOVA von Betätigungs-Operationen während des Trainings

		Funktionsumfang (F)			Hinweise (H)			Interaktion (F*H)		
Variable	df	F	p	η^2	F	p	η^2	F	p	η^2
Bearbeitungszeit										
Training 1	1, 41	0,59	0,45	0,014	1,02	0,32	0,024	0,13	0,72	0,003
Training 2	1, 40	0,47	0,56	0,011	17,54	0,00*	0,300	0,03	0,86	0,001
gesamt	1, 41	0,53	0,47	0,013	7,98	0,01*	0,160	0,16	0,69	0,004
Tastendrücke)										
Training 1	1, 41	0,12	0,73	0,003	10,26	0,03*	0,196	0,15	0,70	0,004
Training 2	1, 40	0,01	0,92	0,000	40,13	0,00*	0,50	0,37	0,55	0,009
gesamt	1, 41	0,14	0,71	0,003	21,30	0,00*	0,374	0,12	0,73	0,003

*signifikant mit $p < 0{,}05$

Tabelle B.40: Mittelwert (Standardabweichung von „Operationen zur Navigation im Hauptmenü“ während des Trainings

	Mittelwerte (Standardabweichung)			
	ohne Systemhinweise		mit Systemhinweisen	
	mitwachsend	Vollversion	mitwachsend	Vollversion
Bearbeitungszeit(pro Lektion in s, n=45)				
Training 1		4929 (1949)	6485 (3616)	6933 (4056)
Training 2		8337 (2579)	11611 (5124)	11434 /7343)
gesamt		6413 (2015)	8707 (3625)	8965 (4796))
Tastendrücke (pro Lektion in s, n=45)				
Training 1	0,78 (0,76)	0,57 (0,21)	0,78 (0,47)	0,54 (0,25)
Training 2	1,94 (0,45)	1,75 (0,43)	1,97 (0,36)	2,08 (0,67)
gesamt	1,38 (0,60)	1,15 (0,24)	1,31 (0,32)	1,21 (0,36)

Tabelle B.41: Zweifaktorielle ANOVA von Operationen zur Navigation im Hauptmenü während des Trainings

		Funktionsumfang (F)			Hinweise (H)			Interaktion (F*H)		
Variable	df	F	p	η^2	F	p	η^2	F	p	η^2
Tastendrücke)										
Training 1	1, 41	2,45	0,13	0,056	0,00	0,97	0,000	0,00	1,00	0,000
Training 2	1, 42	0,04	0,84	0,001	0,89	0,35	0,021	0,64	0,43	0,015
gesamt	1, 41	1,98	0,17	0,045	0,00	0,98	0,00	0,34	0,56	0,008

*signifikant mit $p < 0{,}05$

Tabelle B.42: Mann-Whitney-U-Test für Operationen zur Navigation im Hauptmenü während des Trainings

	Funktionsumfang			Systemhinweise		
Variable	n	U	p	n	U	p
Bearbeitungszeit)						
Training 1	23	65,00	1,00	25	48,00	0,10
Training 2	22	64,00	0,29	24	61,00	0,53
gesamt	22	56,00	0,58	24	53,00	0,17

Tabelle B.43: Mittelwert (Standardabweichung) bei den Leistungstests

	Mittelwerte (Standardabweichung)			
	ohne Systemhinweise		mit Systemhinweisen	
	mitwachsend	Vollversion	mitwachsend	Vollversion
Bearbeitungszeit (in s, n=47)				
Test 1	887,69 (434,45)	797,15 (344,30)	870,08 (300,24)	820,35 (404,68)
Test 2	1041,27 (407,20)	1095,69 (600,62)	1122,29 (426,63)	1034,73 (672,66)
Test 3	694,81 (313,20)	600,62 (97,38)	713,66 (262,05)	641,15 (441,01)
Tastendrücke (Anzahl, n=47)				
Test 1	220,64 (41,66)	181,08 (39,56)	190,91 (29,93)	181,17 (35,19)
Test 2	237,36 (81,36)	193,42 (32,36)	223,18 (36,12)	206,00 (50,92)
Test 3	204,09 (65,07)	175,75 (12,08)	174,82 (31,87)	169,50 (27,92)
Benötigten Hilfestellungen (Anzahl, n = 47)				
Test 1	8,30 (7,73)	2,92 (2,64)	5,63 (5,94)	6,42 (9,75)
Test 2	6,20 (6,81)	3,83 (4,61)	8,09 (8,71)	8,00 (10,34)
Test 3	3,30 (2,06)	1,67 (1,97)	4,09 (5,86)	2,25 (3,08)

Tabelle B.44: Zweifaktorielle ANOVA der Parameter des Trainingsverlaufs

		Funktionsumfang (F)			Hinweise (H)			Interaktion (F*H)		
Variable	df	F	p	η^2	F	p	η^2	F	p	η^2
Bearbeitungszeit										
Test 1	1, 44	1,32	0,26	0,039	0,33	0,57	0,007	0,45	0,50	0,010
Test 2	1, 44	0,36	0,55	0,008	0,20	0,66	0,004	0,00	0,98	0,000
Test 3	1, 44	0,86	0,36	0,020	0,11	0,74	0,003	0,014	0,91	0,000
Tastendrücke)										
Test 1	1, 44	7,33	0,01*	0,143	3,46	0,07	0,073	1,47	0,23	0,032
Test 2	1, 44	5,84	0,02*	0,117	0,42	0,52	0,009	0,83	0,37	0,019
Test 3	1, 44	2,18	0,15	0,049	2,41	0,13	0,055	1,02	0,32	0,024
Benötigte Hilfestellungen										
Test 1	1, 41	1,21	0,28	0,029	0,04	0,84	0,001	2,17	0,15	0,050
Test 2	1, 43	0,15	0,70	0,003	2,20	0,15	0,049	0,12	0,73	0,003
Test 3	1, 43	1,98	0,17	0,040	0,86	0,36	0,020	0,13	0,72	0,003

*signifikant mit $p < 0{,}05$

Tabelle B.45: Mittelwert (Standardabweichung) bei Transfer- und bekannten Aufgaben des Abschlusstests

	Mittelwerte (Standardabweichung)			
	ohne Systemhinweise		mit Systemhinweisen	
	mitwachsend	Vollversion	mitwachsend	Vollversion
Bearbeitungszeit pro Aufgabe (in s, n=47)				
gesamt	86,85 (39,15)	75,08 (12172)	89,21 (32,76)	80,14 (55,13)
ohne Transfer	73,65 (38,29)	58,62 (17,89)	65,94 (26,25)	70,81 (55,03)
mit Transfer	100,05 (48,46)	91,54 (13,08)	112,48 (46,08)	89,48 (57,86)
Tastendrücke pro Aufgabe (Anzahl, n=47)				
gesamt	25,51 (8,13)	21,97 (1,51)	21,85 (3,97)	21,19 (3,49)
ohne Transfer	21,36 (6,48)	18,10 (2,10)	16,23 (3,14)	18,19 (4,73)
mit Transfer	29,66 (12,13)	25,83 (2,75)	27,48 (5,99)	24,19 (3,97)
Benötigten Hilfestellungen pro Aufgabe (Anzahl, n = 47)				
gesamt	0,31 (0,26)	0,21 (0,25)	0,51 (0,73)	0,28 (0,38)
ohne Transfer	0,15 (0,25)	0,23 (0,29)	0,18 (0,39)	0,19 (0,32)
mit Transfer	0,54 (0,50)	0,19 (0,24)	0,84 (1,14)	0,37 (0,53)

Tabelle B.46: Zweifaktorielle ANOVA der Aufgaben mit und ohne Transfer des Abschlusstests

		Funktionsumfang (F)			Hinweise (H)			Interaktion (F*H)		
Variable	df	F	p	η^2	F	p	η^2	F	p	η^2
Bearbeitungszeit										
gesamt	1, 44	0,86	0,36	0,020	0,11	0,74	0,003	0,014	0,91	0,000
ohne Transfer	1, 44	0,21	0,65	0,005	0,04	0,84	0,001	0,82	0,37	0,019
mit Transfer	1, 44	1,43	0,24	0,030	0,16	0,70	0,004	0,30	0,59	0,007
Tastendrücke)										
gesamt	1, 44	2,18	0,15	0,049	2,41	0,13	0,055	1,02	0,32	0,024
ohne Transfer	1, 44	0,25	0,62	0,006	3,78	0,06	0,083	4,04	0,05*	0,088
mit Transfer	1, 44	2,92	0,10	0,065	0,85	0,36	0,020	0,17	0,90	0,000
Benötigte Hilfestellungen										
gesamt	1, 41	1,98	0,17	0,044	0,86	0,36	0,020	0,13	0,72	0,003
ohne Transfer	1, 43	0,23	0,63	0,005	0,00	0,98	0,000	0,18	0,68	0,004
mit Transfer	1, 43	4,39	0,04*	0,093	1,55	0,22	0,035	0,08	0,78	0,002

*signifikant mit $p < 0{,}05$

Tabelle B.47: Mittelwert (Standardabweichung) zu den unnötigen Tastendrücken bei den Leistungstests

	Mittelwerte (Standardabweichung)			
	ohne Systemhinweise		mit Systemhinweisen	
	mitwachsend	Vollversion	mitwachsend	Vollversion
Bearbeitungszeit pro Aufgabe (in s, n=47)				
Test 1	9,83 (5,21)	5,02 (5,16)	6,21 (4,04)	5,49 (4,08)
Test 2	11,92 (10,17)	6,75 (4,07)	10,60 (4,49)	8,07 (6,67)
Test 3	10,26 (8,13)	6,67 (1,58)	6,55 (4,20)	5,60 (3,45)
ohne Transfer	7,86 (6,48)	4,82 (2,06)	2,80 (3,30)	4,82 (4,94)
mit Transfer	12,66 (12,13)	8,70 (2,85)	10,30 (6,28)	6,39 (2,97)

Tabelle B.48: Zweifaktorielle ANOVA der unnötigen Tastendrücke bei den Leistungstests

		Funktionsumfang (F)			Hinweise (H)			Interaktion (F*H)		
Variable	df	F	p	η^2	F	p	η^2	F	p	η^2
Bearbeitungszeit										
Test 1	1, 44	5,04	0,03*	0,110	1,79	0,19	0,042	2,78	0,10	0,064
Test 2	1, 44	5,17	0,03*	0,110	0,09	0,77	0,002	1,08	0,30	0,025
Test 3	1, 44	2,18	0,15	0,049	2,43	0,13	0,055	1,02	0,32	0,024
ohne Transfer	1, 43	0,25	0,62	0,006	3,78	0,06	0,083	4,04	0,05*	0,088
mit Transfer	1, 43	2,92	0,10	0,075	0,85	0,36	0,020	0,02	0,90	0,000

*signifikant mit $p < 0{,}05$

Tabelle B.49: Mittelwert (Standardabweichung) für die zurück-Operationen bei den Leistungstests

	Mittelwerte (Standardabweichung)			
	ohne Systemhinweise		mit Systemhinweisen	
	mitwachsend	Vollversion	mitwachsend	Vollversion
Bearbeitungszeit (in s, n=41)				
Test 1	281,85 (129,78)	198,57 (88,58)	181,79 (23,46)	197,91 (30,40)
Test 2	336,83 (91,65)	277,98 (94,24)	254,82 (91,13)	263,54 (134,93)
Test 3	227,16 (100,02)	149,81 (25,89)	164,39 (54,52)	173,91 (97,18)
Tastendrücke (Anzahl, n=41)				
Test 1	74,00 (12,08)	56,64 (12,87)	60,70 (12,92)	55,90 (11,97)
Test 2	91,50 (43,65)	61,82 (11,23)	71,50 (12,90)	63,60 (13,86)
Test 3	78,33 (26,14)	50,73 (5,68)	55,40 (11,46)	54,10 (10,99)

Tabelle B.50: Zweifaktorielle ANOVA für die Zurück-Operationen bei den Leistungstests

		Funktionsumfang (F)			Hinweise (H)			Interaktion (F*H)		
Variable	df	F	p	η^2	F	p	η^2	F	p	η^2
Bearbeitungszeit										
Test 1	1, 36	2,09	0,16	0,055	3,72	0,06	0,094	3,34	0,08	0,085
Test 2	1, 42	2,09	0,16	0,047	1,59	0,21	0,036	0,14	0,71	0,003
Test 3	1, 41	2,77	0,10	0,063	0,10	0,75	0,002	0,63	0,43	0,015
Tastendrücke)										
Test 1	1, 36	7,70	0,01*	0,176	3,45	0,07	0,087	0,95	0,34	0,026
Test 2	1, 42	5,74	0,02*	0,12	0,68	0,41	0,016	0,60	0,44	0,014
Test 3	1, 41	4,61	0,04*	0,101	1,45	0,24	0,034	2,44	0,13	0,056

*signifikant mit $p < 0{,}05$

Tabelle B.51: Mittelwert (Standardabweichung) für die Bestätigen-Operationen bei den Leistungstests

	Mittelwerte (Standardabweichung)			
	ohne Systemhinweise		mit Systemhinweisen	
	mitwachsend	Vollversion	mitwachsend	Vollversion
Bearbeitungszeit (in s, n=43)				
Test 1	419,80 (183,17)	274,58 (107,22)	312,70 (129,76)	274,62 (154,26)
Test 2	418,04 (194,31)	332,03 (127,66)	378,38 (152,16)	389,95 (321,67)
Test 3	332,14 (137,24)	210,22 (44,60)	270,60 (121,19)	243,52 (195,45)
Tastendrücke (Anzahl, n=43)				
Test 1	60,22 (15,90)	50,45 (12,83)	53,40 (12,42)	47,36 (14,18)
Test 2	71,78 (36,15)	57,67 (14,09)	63,64 (11,56)	54,85 (17,01)
Test 3	67,00 (23,55)	48,92 (4,34)	51,09 (11,16)	50,67 (10,25)

Tabelle B.52: Zweifaktorielle ANOVA der Bestätigen-Operationen bei den Leistungstests

		Funktionsumfang (F)			Hinweise (H)			Interaktion (F*H)		
Variable	df	F	p	η^2	F	p	η^2	F	p	η^2
Bearbeitungszeit										
Test 1	1, 41	4,16	0,05*	0,096	1,95	0,17	0,048	1,96	0,17	0,048
Test 2	1, 42	1,30	0,26	0,030	0,30	0,59	0,007	1,66	0,21	0,038
Test 3	1, 39	2,49	0,12	0,057	0,01	0,91	0,000	0,85	0,36	0,020
Tastendrücke)										
Test 1	1, 41	3,48	0,07	0,082	1,38	0,25	0,034	0,21	0,65	0,005
Test 2	1, 42	3,90	0,06	0,085	0,98	0,33	0,023	0,27	0,60	0,006
Test 3	1, 39	3,30	0,08	0,075	1,69	0,20	0,039	2,95	0,09	0,067

*signifikant mit $p < 0{,}05$

Tabelle B.53: Mittelwert (Standardabweichung) für die Operationen zur Navigation im Hauptmenü bei den Leistungstests

	Mittelwerte (Standardabweichung)			
	ohne Systemhinweise		mit Systemhinweisen	
	mitwachsend	Vollversion	mitwachsend	Vollversion
Bearbeitungszeit (in s, n=35)				
Test 1		23,55 (9,69)	42,42 (36,95)	25,63 (14,08)
Test 2		33,32 (27,91)	60,93 (54,43)	55,79 (58,01)
Test 3		53,86 (16,35)	51,87 (19,27)	44,71 (29,94)
Tastendrücke (Anzahl, n=43)				
Test 1	5,80 (2,70)	5,36 (2,29)	7,30 (3,63)	5,00 (1,94)
Test 2	9,50 (5,21)	5,73 (2,49)	10,70 (6,17)	7,90 (6,06)
Test 3	12,20 (4,50)	12,64 (3,53)	12,60 (3,31)	10,70 (3,16)

Tabelle B.54: Zweifaktorielle ANOVA der Operationen zur Navigation im Hauptmenü bei den Leistungstests

		Funktionsumfang (F)			Hinweise (H)			Interaktion (F*H)		
Variable	df	F	p	η^2	F	p	η^2	F	p	η^2
Bearbeitungszeit										
Test 1	1, 39	3,59	0,07	0,084	0,21	0,65	0,005	1,52	0,23	0,037
Test 2	1, 42	5,42	0,03*	0,114	0,45	0,51	0,010	0,08	0,79	0,002
Test 3	1, 42	0,26	0,62	0,006	0,79	0,38	0,019	1,58	0,22	0,036

*signifikant mit $p < 0{,}05$

Tabelle B.55: Anzahl der Rücksprünge zum Startdisplay im Test 1 (n=45)

		Funktionsumfang		
		Vollversion	mitwachsend	gesamt
Systemhinweise	ohne	20	3	23
	mit	10	6	16
Summe		30	9	39

Tabelle B.56: Anzahl der Rücksprünge zum Startdisplay im Test 2 (n=47)

		Funktionsumfang		
		Vollversion	mitwachsend	gesamt
Systemhinweise	ohne	29	4	33
	mit	17	10	17
Summe		46	14	50

Tabelle B.57: Anzahl der Rücksprünge zum Startdisplay im Test 3 (n=45)

		Funktionsumfang		
		Vollversion	mitwachsend	gesamt
Systemhinweise	ohne	15	2	17
	mit	5	7	12
Summe		20	9	29

Tabelle B.58: Mann-Whitney-U-Test für die Rücksprünge zum Startdisplay im Test 3

	Funktionsumfang			Systemhinweise		
Variable	n	U	p	n	U	p
Bearbeitungszeit)						
Test 1	45	130,0	0,00*	45	245,5	0,77
Test 2	47	163,5	0,01*	47	270,0	0,89
Test 3	45	191,0	0,10	45	246,5,0	0,87

*signifikant mit $p < 0{,}05$

Tabelle B.59: Mittelwert (Standardabweichung) bei den Wissenstests (n=46)

	Mittelwerte (Standardabweichung)			
	ohne Systemhinweise		mit Systemhinweisen	
	mitwachsend	Vollversion	mitwachsend	Vollversion
Lückentext (Anzahl richtiger Antworten				
vorher	6,92 (3,30)	3,27 (2,10)	2,27 (1,68)	2,50 (3,56)
nachher		7,55 (2,07)	5,91 (3,15)	8,25 (2,38)
Differenz		4,27 (3,26)	3,64 (2,69)	5,75 (3,17)
Handlungssequenzen (Anzahl korrekter Handlungsschritte				
Aufgabe 1	4,42 (0,73)	5,00 (0,43)	4,30 (0,95)	4,33 (1,44)
Aufgabe 2	4,58 (1,08)	5,92 (0,79)	5,00 (0,67)	5,08 (1,73)
Aufgabe 3	5,92 (1,31)	6,42 (0,67)	6,30 (0,68)	6,00 (1,13)
Strukturlegen (Güte der produzierten Struktur)				
Ebenen	1,92 (0,79)	2,42 (0,90)	2,30 (0,82)	2,67 (0,78)
Güte	2,08 (0,90)	2,75 (0,45)	1,90 (1,10)	2,42 (0,67)

Tabelle B.60: Zweifaktorielle ANOVA zu den Wissenstests

		Funktionsumfang (F)			Hinweise (H)			Interaktion (F*H)		
Variable	df	F	p	η^2	F	p	η^2	F	p	η^2
Lückentext										
nachher	1, 42	3,36	0,07	0,074	0,04	0,85	0,001	1,16	0,30	0,026
Handlungssequenzen										
Aufgabe 1	1, 42	1,15	0,29	0,027	1,86	0,18	0,042	0,92	0,34	0,021
Aufgabe 2	1, 42	4,24	0,05*	0,092	0,37	0,55	0,009	3,30	0,08	0,073
Aufgabe 3	1, 42	0,11	0,74	0,003	0,00	0,96	0,000	1,83	0,18	0,042
Strukturlegen										
Ebenen	1, 42	3,15	0,08	0,070	1,68	0,20	0,039	0,08	0,79	0,002
Güte	1, 42	6,23	0,02*	0,129	1,19	0,28	0,027	0,10	0,75	0,002

*signifikant mit $p < 0{,}05$

Tabelle B.61: Mann-Whitney-U-Test zum Lückentext

	Funktionsumfang			Systemhinweise		
Variable	n	U	p	n	U	p
Bearbeitungszeit)						
vorher	23	56,0	0,53	24	43,0	0,10
nachher	23	36,5	0,07	23	52,0	0,41
Differenz	23	35,5	0,06	23	47,0	0,26

*signifikant mit $p < 0{,}05$

Tabelle B.62: Mittelwert (Standardabweichung) für die Bewertung des Trainings

	Mittelwerte (Standardabweichung)			
	ohne Systemhinweise		mit Systemhinweisen	
	mitwachsend	Vollversion	mitwachsend	Vollversion
Bewertung	4,25 (0,53)	4,29 (0,41)	3,92 (0,41)	3,94 (0,45)
Selbstwirksamkeit	3,92 (0,87)	3,90 (0,57)	3,63 (0,53)	3,40 (0,74)

Tabelle B.63: Zweifaktorielle ANOVA für die Bewertung und Selbstwirksamkeit nach dem Training

		Funktionsumfang (F)			Hinweise (H)			Interaktion (F*H)		
Variable	df	F	p	η^2	F	p	η^2	F	p	η^2
Bewertung	1, 44	0,15	0,71	0,003	0,97	0,33	0,022	0,54	0,47	0,012
Selbstwirksamkeit	1, 44	0,29	0,59	0,007	6,10	0,02*	0,122	0,29	0,59	0,007

*signifikant mit $p < 0,05$

B.3 Zu Zusammenhängen zwischen Trainingsverlauf und Lernerfolg

Tabelle B.64: Korrelationen (zweiseitig, nach Pearson) zwischen Trainingsparametern und Leistung im Abschlusstest

	Bearbeitungszeit	Tastendrücke	Hilfestellungen
Trainingsverlauf gesamt, n=45			
Trainingszeit	0,38	0,48*	0,03
Tastendrücke	0,33	0,52*	0,44*
Zurück-Operationen, n=43			
Trainingszeit	0,71*	0,26	0,44*
Tastendrücke	0,50*	0,46*	0,24
Bestätigen-Operationen, n=44			
Trainingszeit	0,33	-0,05	0,41*
Tastendrücke	-0,25	-0,32	-0,11
Navigieren-Operationen, n=38			
Trainingszeit	0,71*	0,17	0,38
Tastendrücke	0,32	0,33	0,19

*signifikant mit $p < 0,05$

Tabelle B.65: Korrelationen (zweiseitig, nach Pearson) zwischen Trainingsparametern und Wissenstests

	Lückentext	Sequenzlegen	Strukturlegen
Trainingsverlauf allgemein, n=45			
Trainingszeit	-0,35	-0,18	-0,33
Tastendrücke	-0,13	-0,25	-0,25
Zurück-Operationen, n=45			
Trainingszeit	-0,47*	-0,45*	-=,42*
Tastendrücke	-0,16	-0,24	-0,30
Bestätigen-Operationen, n=44			
Trainingszeit	-0,38	-0,38	-0,37
Tastendrücke	0,05	0,01	-0,04
Navigieren-Operationen, n=38			
Trainingszeit	-0,31	-0,60*	-0,53*
Tastendrücke	0,01	-0,25	-0,30

*signifikant mit $p < 0{,}05$

Tabelle B.66: Regressionskoeffizienten (linear) zwischen Trainingsparametern und Leistung im Abschlusstest, n=37

	Bearbeitungszeit		Tastendrücke		Benötigte Hilfen	
Trainingsparameter	β	p	β	p	β	p
zurück-Operationen (t)	0,37	0,13	-0,29	0,43	-0,12	0,73
zurück-Operationen (s)	0,09	0,64	0,67	0,02*	0,12	0,65
Auswahl-Operationen (t)	0,56	0,00*	0,27	0,30	0,76	0,00*
Auswahl-Operationen (s)	-0,14	0,23	-0,17	0,34	-0,11	0,47

*signifikant mit $p < 0{,}05$

Tabelle B.67: Lineare Regression zwischen Trainingsparametern und Leistung im Abschlusstest, n=37

Testleistung	df	R	$\mathbb{R}^2$	F	p
Bearbeitungszeit	4, 37	0,84	0,70	21,77	0,00*
Tastendrücke	4, 37	0,52	0,27	3,46	0,02*
Benötigte Hilfen	4, 37	0,67	0,45	7,64	0,00*

*signifikant mit $p < 0{,}05$

B.4 Zusammenhang zwischen Komplexitätsanpassung und Interaktivität

Tabelle B.68: Kontrollvariable Geschlecht

Variante	Vollversion	mitwachsend	gesamt
Geschlecht	männlich = 4 weiblich = 8	männlich 3 = weiblich = 9	männlich = 7 weiblich = 17
	gesamt = 12	gesamt = 12	gesamt = 24

Tabelle B.69: Kontrollvariable Schulabschluss

Variable	Vollversion	mitwachsend	gesamt
Schulabschluss	ohne = 0 Hauptschule = 0 Realschule = 4 Abitur = 8	ohne = 0 Hauptschule = 1 Realschule = 3 Abitur = 8	ohne = 0 Hauptschule = 1 Realschule = 3 Abitur = 16
	gesamt = 12	gesamt = 12	gesamt = 24

Tabelle B.70: Kontrollvariablen, Mittelwert (Standardabweichung)

Trainingsgruppe	Vollversion	mitwachsend	gesamt
Alter (in Jahren)	64,50 (6,42)	65,50 (6,57)	65,00 (6,37)
Erfahrung*	7,75 (2,60)	7,42 (3,03)	7,58 (2,77)
KUT**	3,17 (0,83)	3,25 (0,84)	3,21 (0,82)
SEA-Skala***	12,08 (10,54)	17,08 (11,77)	14,58 (11,22)
Handynutzung****	2,58 (1,31)	3,42 (2,02)	3,00 (1,72)
PC-Nutzung****	2,58 (2,15)	2,92 (2,43)	2,75 (2,25)

* Erfahrungscore von 0-15, 15 = maximal ** 5-stufige Likertskala, 5 = sehr hoch *** Anstrengungskala von 0 - 220, 220 = sehr hoch **** 7-stufige Ratingskala, 7 = täglich, 1 = fast nie

Tabelle B.71: T-Test „Trainingsvariante“ (Vollversion vs. mitwachsend)

Kontrollvariable	df	T	p
Alter	22	-0,38	0,71
Schulabschluss	22	0,35	0,73
Vorerfahrung	22	0,29	0,78
KUT	22	-0,24	0,81
SEA-Skala	22	-1,10	0,29
Handynutzung	22	-1,20	0,24
PC-Nutzung	22	-0,36	0,73

*signifikant mit $p < 0{,}05$

Tabelle B.72: Erlebte Anstrengung, Mittelwert (Standardabweichung)

Trainingsgruppe	Vollversion	mitwachsend
Interview	2,08 (10,54)	17,08 (11,77)
Training 1	33,33 (9,85)	77,27 (57,33)
Zwischentest 1	47,17 (23,18)	55,91 (48,21)
Zwischentest 2	48,33 (34,33)	57,73 (51,74)
Training 2	58,17 (31,96)	53,64 (40,26)
Abschlusstest	33,33 (23,48)	40,00 (34,86)
Wissenstests	64,00 (48,94)	88,33 (63,37)

Tabelle B.73: ANOVA für Faktor „Trainingsvariante“ (Vollversion vs. mitwachsend)

Variable	df	F	p	η^2
Interview	1, 22	1,20	0,29	0,052
Training 1	1, 22	7,53	0,01	0,255
Zwischentest 1	1, 22	0,14	0,71	0,006
Zwischentest 2	1, 22	0,21	0,65	0,009
Training 2	1, 22	0,15	0,70	0,007
Abschlusstest	1, 22	0,18	0,68	0,008
Wissenstests	1, 22	1,11	0,30	0,048

*signifikant mit $p < 0{,}05$

Tabelle B.74: Trainingsdauer (in min), Mittelwert (Standardabweichung)

Trainingsgruppe	Vollversion	mitwachsend
Training 1	59,67 (14,36)	65,82 (15,85)
Training 2	51,92 (11,56)	52,09 (8,88)
gesamt	111,58 (23,89)	117,91 (22,97)

Tabelle B.75: Anzahl der Übungen während des Trainings, Mittelwert (Standardabweichung)

Trainingsgruppe	Vollversion	mitwachsend
Training 1	11,67 (8,13)	12,82 (8,68)
Training 2	17,25 (9,24)	17,55 (8,73)
gesamt	28,92 (16,19)	30,36 (15,83)

Tabelle B.76: ANOVA für Faktor „Trainingsvariante“ (Vollversion vs. mitwachsend)

Variable	df	F	p	η^2
Trainingsdauer				
Training 1	1, 22	1,35	0,26	0,058
Training 2	1, 22	0,07	0,80	0,003
gesamt	1, 22	0,73	0,40	0,032
Anzahl der Übungen				
Training 1	1, 22	0,16	0,70	0,007
Training 2	1, 22	0,03	0,86	0,002
gesamt	1, 22	0,10	0,76	0,004

*signifikant mit $p < 0{,}05$

Tabelle B.77: Anzahl der Tastendrücke bei den Leistungstests (pro Test), Mittelwert (Standardabweichung)

Trainingsgruppe	Vollversion	mitwachsendv
Zwischentest 1	168,00 (9,29)	174,55 (26,36)
Zwischentest 2	193,08 (27,78)	204,55 (34,10)
Abschlusstest	170,83 (11,36)	171,45 (21,79)

Tabelle B.78: Bearbeitungszeit für die Leistungstests (pro Test in s), Mittelwert (Standardabweichung)

Trainingsgruppe	Vollversion	mitwachsend
Zwischentest 1	695,04 (110,42)	727,24 (188,26)
Zwischentest 2	882,33 (235,48)	963,33 (305,77)
Abschlusstest	627,44 (177,12)	616,14 (113,24)

Tabelle B.79: Anzahl der Hilfestellungen bei den Leistungstests (pro Test), Mittelwert (Standardabweichung)

Trainingsgruppe	Vollversion	mitwachsend
Zwischentest 1	1,58 (1,88)	1,18 (1,40)
Zwischentest 2	3,08 (2,07)	3,64 (3,17)
Abschlusstest	0,67 (0,78)	0,91 (1,14)

Tabelle B.80: ANOVA für Faktor „Trainingsvariante“ (Vollversion vs. mitwachsend)

Variable	df	F	p	η^2
Tastendrücke				
Zwischentest 1	1, 22	0,27	0,61	0,012
Zwischentest 2	1, 22	0,54	0,47	0,024
Abschlusstest	1, 22	0,07	0,80	0,003
Bearbeitungszeit				
Zwischentest 1	1, 22	0,14	0,71	0,006
Zwischentest 2	1, 22	0,58	0,46	0,026
Abschlusstest	1, 22	0,08	0,78	0,004
Hilfestellungen				
Zwischentest 1	1, 22	0,55	0,47	0,024
Zwischentest 2	1, 22	0,15	0,70	0,007
Abschlusstest	1, 22	0,18	0,68	0,008

*signifikant mit $p < 0{,}05$

Tabelle B.81: Anzahl der Tastendrücke beim Abschlusstest (pro Aufgabe), Mittelwert (Standardabweichung)

Trainingsgruppe	Vollversion	mitwachsend
Abschlusstest gesamt	21,33 (1,50)	21,25 (2,70)
Aufgaben ohne Transfer	17,63 (1,90)	16,85 (2,06)
Aufgaben mit Transfer	25,08 (3,38)	23,38 (5,29)

Tabelle B.82: Bearbeitungszeit für den Abschlusstest (pro Aufgabe), Mittelwert (Standardabweichung)

Trainingsgruppe	Vollversion	mitwachsend
Abschlusstest gesamt	78,30 (22,14)	76,30 (13,73)
Aufgaben ohne Tranfer	73,51 (24,00)	66,06 (18,86)
Aufgaben mit Transfer	83,35 (25,81)	86,53 (24,12)

Tabelle B.83: Anzahl der Hilfestellungen beim Abschlusstest (pro Aufgabe), Mittelwert (Standardabweichung)

Trainingsgruppe	Vollversion	mitwachsend
Abschlusstest	0,08 (0,09)	0,13 (0,14)
Aufgaben ohne Transfer	0,05 (0,11)	0,10 (0,17)
Aufgaben mit Transfer	0,10 (0,17)	0,15 (0,24)

Tabelle B.84: ANOVA für Faktor „Trainingsvariante“ (Vollversion vs. mitwachsend)

Variable	df	F	p	η^2
Tastendrücke				
Abschlusstest gesamt	1, 22	0,27	0,61	0,012
Aufgaben ohne Transfer	1, 22	0,91	0,35	0,040
Aufgaben mit Transfer	1, 22	0,03	0,87	0,001
Bearbeitungszeit				
Abschlusstest gesamt	1, 22	0,08	0,78	0,004
Aufgaben ohne Transfer	1, 22	0,72	0,41	0,032
Aufgaben mit Transfer	1, 22	0,10	0,76	0,004
Hilfestellungen				
Abschlusstest gesamt	1, 22	0,18	0,68	0,008
Aufgaben ohne Transfer	1, 22	0,13	0,72	0,006
Aufgaben mit Transfer	1, 22	0,07	0,80	0,003

*signifikant mit $p < 0{,}05$

Tabelle B.85: Anzahl der richtigen Antworten im Lückentext (0-11), Mittelwert (Standardabweichung)

Trainingsgruppe	Vollversion	mitwachsend
Richtige Antworten	7,58 (2,15)	6,64 (2,42)

Tabelle B.86: Anzahl richtig gelegter Karten beim Sequenzlegen (pro Aufgabe), Mittelwert (Standardabweichung)

Trainingsgruppe	Vollversion	mitwachsend
Aufgabe 1	5,08 (0,67)	4,64 (0,67)
Aufgabe 2	5,33 (0,89)	5,18 (0,98)
Aufgabe 3	6,67 (0,89)	6,64 (1,03)

Tabelle B.87: Ebenen (0-3) und Leistungscore (0-3) beim Strukturlegen, Mittelwert (Standardabweichung)

Trainingsgruppe	Vollversion	mitwachsend
Ebenen	2,58 (0,90)	2,82 (0,41)
Score	2,67 (0,89)	2,73 (0,47)

Tabelle B.88: ANOVA für Faktor „Trainingsvariante“ (Vollversion vs. mitwachsend)

Variable	df	F	p	η^2
Lückentext	1, 22	0,83	0,37	0,036
Sequenzlegen				
Aufgabe 1	1, 22	2,39	0,14	0,098
Aufgabe 2	1, 22	0,20	0,66	0,009
Aufgabe 3	1, 22	0,00	1,00	0,000
Strukturlegen				
Ebenen	1, 22	0,07	0,80	0,003
Score	1, 22	0,04	0,84	0,002

*signifikant mit $p < 0{,}05$

Tabelle B.89: Bewertung und Selbstwirksamkeit, Mittelwert (Standardabweichung)*

Trainingsgruppe	Vollversion	mitwachsend
Bewertung	3,07 (0,34)	3,12 (0,28)
Selbstwirksamkeit	3,48 (0,47)	3,18 (0,58)

* 5-stufge Likertskala, 5 = sehr hoch, 1 = sehr gering

Tabelle B.90: ANOVA für Faktor „Trainingsvariante“ (Vollversion vs. mitwachsend)

Variable	df	F	p	η^2
Bewertung	1, 22	0,12	0,73	0,006
Selbstwirksamkeit	1, 21	0,95	0,34	0,043

*signifikant mit $p < 0{,}05$

B.5 Studie zur Nachhaltigkeit des Trainingserfolgs

Tabelle B.91: Kontrollvariable Geschlecht

	Trainingsgruppe	Kontrollgruppe	gesamt
Geschlecht	männlich = 3 weiblich = 18	männlich = 8 weiblich = 13	männlich = 11 weiblich = 31
	gesamt = 21	gesamt = 21	gesamt = 42

Tabelle B.92: Kontrollvariable Schulabschluss (n=40, zwei fehlend

	Trainingsgruppe	Kontrollgruppe	gesamt
Schulabschluss	ohne = 0 Hauptschule = 5 Realschule = 8 Abitur = 8	ohne = 0 Hauptschule = 4 Realschule = 4 Abitur = 11	ohne = 0 Hauptschule = 9 Realschule = 12 Abitur = 19
	gesamt = 21	gesamt = 19	gesamt = 40

Tabelle B.93: Kontrollvariablen, Mittelwert (Standardabweichung)

	Trainingsgruppe	Kontrollgruppe	gesamt
Alter (in Jahren)	65,25 (5,09)	66,43 (7,47)	65,74 (6,34)
Erfahrung*	5,62 (2,20)	6,00 (1,30)	5,81 (1,75)
KUT**	3,38 (2,66)	3,33 (1,83)	3,36 (2,24)
Handybesitz (Jahre)	4,51 (3,14)	4,50 (2,72)	4,51 (2,93)
Handynutzung***	4,38 (2,66)	5,33 (1,83)	4,86 (2,25)
PC-Nutzung***	4,71 (1,90)	3,71 (2,39)	4,22 (2,15)

* Erfahrungscore von 0-13, 13 = maximal ** 5-stufige Likertskala, 5 = sehr hoch *** 7-stufige Ratingskala, 7 = täglich, 1 = fast nie

Tabelle B.94: ANOVA für Faktor „Gruppe“ (Trainings- vs. Kontrollgruppe)

Kontrollvariable	df	F	p
Alter	1, 40	0,49	0,49
Schulabschluss	1, 38	0,77	0,39
Vorerfahrung	1, 40	0,47	0,50
KUT	1, 40	0,01	0,94
Handybesitz	1, 40	0,00	1,00
Handynutzung	1, 40	1,16	0,29
PC-Nutzung	1, 40	0,73	0,40

*signifikant mit $p < 0{,}05$

Tabelle B.95: Genutzte Funktionen der Trainingsgruppe vor und nach dem Training, getrennt nach Komponenten und gesamt (n=21)

	Mittelwerte (Standardabw.)		T-Test		
	vorher	nachher	df	T	p*
Telefonbuch	0,95 (0,92)	1,48 (0,81)	20	-3,20	0,004*
Anrufliste	0,38 (0,74)	0,62 (0,87)	20	-1,75	0,100
Textnachrichten	0,67 (0,86)	1,38 (0,81)	20	-3,87	0,001*
Einstellungen	0,14 (0,48)	0,86 (0,79)	20	-4,18	0,000*
gesamt	2,14 (2,13)	4,33 (2,73)	20	-6,67	0,000*

*signifikant mit $p < 0{,}025$

Tabelle B.96: Selbstwirksamkeit der Trainingsgruppe vor und nach dem Training (n=21)

	Mittelwerte (Standardabw.)		T-Test		
	vorher	nachher	df	T	p*
Selbstwirksamkeit	3,38 (0,74)	3,07 (0,64)	20	-1,04	0,30

*signifikant mit $p < 0{,}025$

Tabelle B.97: Vergleich der genutzten Funktionen von Trainings- und Kontrollgruppe, getrennt nach Komponenten und gesamt (n=42)

	Mittelwerte (Standardabweichung)		T-Test		
	Trainingsgruppe	Kontrollgruppe	df	T	p*
Telefonbuch	1,48 (0,81)	0,90 (0,77)	40	2,34	0,024*
Anrufliste	0,62 (0,87)	0,05 (0,22)	40	2,94	0,005*
Textnachrichten	1,38 (0,81)	0,62 (0,74)	40	3,19	0,003*
Einstellungen	0,86 (0,79)	0,28 (0,50)	40	2,30	0,025*
gesamt	4,33 (2,73)	1,95 (1,60)	40	3,45	0,001*

*signifikant mit $p < 0{,}025$

Tabelle B.98: Vergleich der Leistung von Trainings- und Kontrollgruppe (n=42)

	Mittelwerte (Standardabweichung)		T-Test		
	Trainingsgruppe	Kontrollgruppe	df	T	p*
Anrufen aus dem Telefonbuch	0,85 (0,31)	0,77 (0,35)	40	0,72	0,474
Anrufen aus den Ruflisten	0,86 (0,19)	0,25 (0,33)	40	7,36	0,000*
Löschen einer Textnachricht	0,79 (0,28)	0,43 (0,40)	40	3,38	0,002*
Eintrag im Telefonbuch erstellen	0,86 (0,27)	0,67 (0,40)	40	1,79	0,081
gesamt	0,84 (0,22)	0,53 (0,29)	40	3,86	0,000*

*signifikant mit $p < 0{,}025$

Tabelle B.99: Vergleich des Wissens (Score 0-3) von Trainings- und Kontrollgruppe (n=42)

	Mittelwerte (Standardabweichung)		T-Test		
	Trainingsgruppe	Kontrollgruppe	df	T	p*
Anrufen aus dem Telefonbuch	2,43 (0,75)	1,62 (1,07)	40	2,84	0,000*
Löschen einer Textnachricht	1,00 (1,05)	0,67 (0,73)	40	1,20	0,007*
Lautstärke einstellen	2,33 (1,02)	1,48 (1,21)	40	2,49	0,239
Menüstruktur legen	1,76 (0,89)	1,08 (0,29)	40	4,70	0,017*
gesamt	1,88 (0,59)	1,08 (0,59)	40	4,37	0,000*

*signifikant mit $p < 0{,}025$

Tabelle B.100: Vergleich der Selbstwirksamkeit zwischen Trainings- und Kontrollgruppe (n=42)

	Mittelwerte (Standardabweichung)		T-Test		
	vorher	nachher	df	T	p*
gesamt	3,86 (0,96)	3,48 (0,81)	40	1,38	0,74

*signifikant mit $p < 0{,}025$

Tabelle B.101: Korrelationen (nach Pearson) zwischen Transfererfolg (Leistung und Wissen) und Parametern des Lernerfolgs (n=21)

Transfer	Leistungsscore		Wissensscore	
Training	r	p	r	p
Bearbeitungszeit (Test 3)	-0,21	0,38	-0,07	0,77
Tastendrücke (Test 3)	0,14	0,55	-0,03	0,84
Hilfestellungen (Test 3)	-0,21	0,36	-0,21	0,37
Sequenzlegen	0,21	0,36	0,26	0,25
Strukturlegen	0,50	0,02*	0,36	0,11
Lückentext	0,56	0,01*	0,48	0,03*

*signifikant mit $p < 0{,}05$

Tabelle B.102: Vergleich von Leistungs- und Wissensscore sowie Selbstwirksamkeit von Nutzern (n=13) und Nicht-Nutzern (n=8)

	Mittelwerte (Standardabweichung)		T-Test		
	Nutzer	Nichtnutzer	df	T	p*
Funktionsnutzung	2,69 (1,44)	1,38 (1,30)	19	2,11	0,05*
Leistungsscore	0,94 (0,12)	0,68 (0,25)	19	3,17	0,01*
Wissensscore	1,96 (0,61)	1,75 (0,57)	19	0,79	0,44
Selbstwirksamkeit	4,31 (0,75)	3,13 (0,84)	19	3,36	0,00*

*signifikant mit $p < 0{,}025$