

Lernstile als Grundlage adaptiver Lernsysteme
in der Softwareschulung

Robert Lehmann

Lernstile als Grundlage adaptiver Lernsysteme in der Softwareschulung



Waxmann 2010
Münster / New York / München / Berlin

Bibliografische Informationen der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Medien in der Wissenschaft; Band 54

Gesellschaft für Medien in der Wissenschaft e.V.

ISSN 1434-3436

ISBN 978-3-8309-2307-7

© Waxmann Verlag GmbH, Münster 2010

www.waxmann.com

info@waxmann.com

Umschlagentwurf: Pleßmann Design, Ascheberg

Titelbild: spacejunkie / photocase.com

Gedruckt auf alterungsbeständigem Papier,
säurefrei gemäß ISO 9706

Alle Rechte vorbehalten

Printed in Germany

Vorwort

Die vorliegende Arbeit entstand als Dissertation an der Ludwig-Maximilians-Universität München an der Fakultät für Psychologie und Pädagogik, Lehrstuhl für Allgemeine Pädagogik und Bildungsforschung. Die Realisierung dieser Arbeit wäre nicht möglich gewesen ohne die Hilfe und Unterstützung einiger Personen, denen ich an dieser Stelle meinen Dank aussprechen will.

Zu allererst gebührt der Dank natürlich dem Betreuer dieser Arbeit, Prof. Dr. Tippelt, der mich in allen Phasen bei der Planung, Durchführung und Auswertung des Forschungsprojekts unterstützt hat.

Am Lehrstuhl für Empirische Pädagogik und pädagogische Psychologie hat mich Dr. Nicolae Nistor von Anfang an mit Rat und Tat unterstützt und durch seine Ideen und Anregungen viel zum Gelingen der Arbeit beigetragen. Dafür möchte ich mich an dieser Stelle sehr herzlich bedanken.

Besonderer Dank gebührt ebenfalls Dr. Thomas Lerche. Er hat in verschiedenen Positionen gerade die technische Umsetzung der Studie, die dieser Arbeit zugrunde liegt, betreut. Ohne ihn wäre die Realisierung der adaptiven Lernumgebung nicht möglich gewesen.

Die Arbeit entstand in enger Kooperation mit der Stadtverwaltung der Landeshauptstadt München und der soluzione Training GmbH. Bei den Protagonisten dieser Kooperation, Roland Hauff und Christian Huster, möchte ich mich für die sehr gute Zusammenarbeit ganz herzlich bedanken.

Das Erstellen einer Dissertation erfordert einen langen Atem. In den letzten Jahren wirkte sich die gedankliche Beschäftigung mit dem Thema dieser Dissertation im gesamten Lebenszusammenhang aus. Gerade meine Freunde und Familie haben diese Zeit mit mir gemeinsam durchlebt und mich in allen Phasen unterstützt. Besonders möchte ich meinen Eltern, speziell meinem Vater, für die umfangreiche, nicht nur wissenschaftliche, Unterstützung danken.

Der größte Dank gebührt jedoch meiner Frau und meiner Tochter. Sie haben unglaublich viel Verständnis aufgebracht und auch in schwierigen Zeiten nie aufgehört an das Gelingen dieser Arbeit zu glauben. Außerdem haben sie ihre Bedürfnisse auf Familienleben so reduziert, dass ich den Freiraum zur Erstellung dieser Arbeit hatte.

Robert Lehmann, im März 2009

Inhalt

1	Problemstellung.....	11
2	Adaptive Lernumgebungen.....	15
2.1	Definitionsrahmen adaptiver Lernumgebungen.....	16
2.2	Umsetzungen adaptiver Lernumgebungen.....	20
3	Lernstilmodelle	26
3.1	Currys Zwiebelmodell.....	27
3.2	Familien der Lernstilmodelle nach Coffield.....	29
3.3	Integration der Taxonomien.....	30
4	Approaches to learn.....	33
4.1	Oberflächen- und Tiefenlernen.....	33
4.2	Atomistische und holistische Herangehensweisen.....	34
4.3	Verständnislerner, Wirksamkeitslerner und wendige Lerner.....	35
4.4	Lernstrategien im Studienprozess.....	36
4.5	Lancaster Inventory und Studienerfolg.....	39
4.6	Felder-Silverman Learning Style Inventory – ein Lernstilmodell aus der Ingenieursausbildung.....	41
5	Erfahrungsorientiertes Lernen.....	44
5.1	Theoretische Wurzeln der Theorie.....	44
5.1.1	Deweys Lernmodell.....	44
5.1.2	Aktionsforschung nach Lewin.....	45
5.1.3	Piagets Modell des Lernens und der kognitiven Entwicklung.....	45
5.2	Dimensionen des Lernens.....	46
5.3	Individuelle Unterschiede – die Lernstile.....	48
5.4	Neue Lernstile	50
5.5	Stabilität der Lernstile.....	51
5.6	Didaktische Implikationen.....	54
5.6.1	Lernstilorientierte Gestaltung von Lernumgebungen.....	55
5.6.2	Gestaltungspräferenzen der Lernstile.....	58
5.7	Messung des Lernstils.....	61
5.8	Rezeption der Theorie.....	65
6	Computerbezogene Fertigkeiten.....	67
6.1	Modelllernen computerbezogener Fertigkeiten.....	67
6.2	Bezugssystem für Forschungen zur Endnutzer-Schulung.....	69
6.3	Computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung.....	71
6.4	Computerangst.....	73
6.5	Computerbezogene Fertigkeiten und Lernstile	74
7	Akzeptanz.....	77
7.1	Definition des Akzeptanzbegriffs.....	77
7.2	Akzeptanzmodelle.....	79

7.2.1	Task-Technology-Fit-Modell nach Goodhue.....	79
7.2.2	Technology-Acceptance-Model nach Venkatesh und Davis.....	80
7.2.3	Wissensmedien-Akzeptanzmodell nach Simon.....	83
8	Zusammenfassung.....	86
8.1	Zusammenfassung des Forschungsstandes.....	86
8.2	Offene Fragen.....	88
9	Fragestellungen.....	91
9.1	Fragestellung 1: Entwicklung konsistenter adaptiver Lernumgebungen...	91
9.2	Fragestellung 2: Wirkung adaptiver Lernumgebungen auf die Lernergebnisse.....	93
9.3	Fragestellung 3: Interaktion von Adaptivität und anderen Erfolgsbedingungen computergestützter Lernumgebungen.....	95
9.4	Fragestellung 4: Erhöhung der Akzeptanz der Lernumgebung.....	96
10	Thunderbirdworkshop-online.....	98
10.1	Vorstellung der LiMux-Lernwelt.....	98
10.2	Entwicklung der Basisversion des Thunderbirdworkshops-online.....	103
10.2.1	Identifikation der Lerninhalte für den Thunderbirdworkshop-online.....	104
10.2.2	Konzeption der Basisversion des Thunderbirdworkshops-online.....	105
10.2.3	Umsetzungsbeispiel der Basisversion.....	106
10.3	Entwicklung der adaptiven Lernumgebung.....	107
10.3.1	Vollständig optimierter Lernkreislauf.....	108
10.3.2	Ausschließliche Lernstiloptimierung.....	109
10.3.3	Lernstiloptimierter Lernkreislauf.....	109
10.3.4	Kompatibilität des erfahrungsorientierten Lernens und der LiMux-Lernwelt.....	110
10.3.5	Umsetzungsbeispiel der adaptiven Lernumgebung.....	111
11	Forschungsmethode.....	119
11.1	Untersuchungsstichprobe.....	119
11.2	Forschungsdesign.....	122
11.3	Erhebungsinstrumente.....	123
11.4	Analyse der erhobenen Daten.....	131
11.4.1	Überprüfung von Unterschiedshypothesen.....	131
11.4.2	Einfaktorielle varianzanalytische Methoden.....	132
11.4.3	Zweifaktorielle varianzanalytische Methoden.....	133
11.5	Untersuchungsablauf.....	133
12	Ergebnisse.....	135
12.1	Ergebnisse zur Fragestellung 1: Entwicklung konsistenter adaptiver Lernumgebungen.....	135
12.2	Ergebnisse zur Fragestellung 2: Wirkung adaptiver Lernumgebungen auf die Lernergebnisse.....	138

12.3	Ergebnisse zur Fragestellung 3: Interaktion von Adaptivität und anderen Erfolgsbedingungen.....	150
12.4	Ergebnisse zur Fragestellung 4: Erhöhung der Akzeptanz der Lernumgebung.....	158
13	Diskussion der Ergebnisse.....	160
13.1	Adaptive Lernumgebungen auf Basis von Lernstilen sind umsetzbar....	160
13.2	Lernstilorientierte Adaptivität wirkt hauptsächlich auf die affektiven Lernergebnisse.....	162
13.3	Lernstilorientierte Adaptivität wirkt, wenn allgemeine Lernvoraussetzungen erfüllt sind.....	164
13.4	Lernstilorientierte Adaptivität wirkt sich nicht auf die Akzeptanz aus....	166
13.5	Limitierungen der Ergebnisse	166
13.6	Pädagogische Konsequenzen.....	167
13.7	Zukünftige Studien.....	170
14	Literatur.....	172
	Abbildungsverzeichnis.....	186
	Tabellenverzeichnis.....	187
	Anhang I – Erhebungsinstrument – Vorbefragung.....	189
	Anhang II – Erhebungsinstrument – Nachbefragung.....	196
	Anhang III – Datentabellen.....	202

1 Problemstellung

Schlagworte wie „Wissensgesellschaft“, „lebenslanges Lernen“ oder „lernende Gesellschaft“ werden seit Jahren in den Medien im Zusammenhang mit der Erfordernis stetiger Fort- und Weiterbildung geäußert. Ebenso wird in der öffentlichen Diskussion deutlich gemacht, dass die Primärausbildung im gewählten Beruf nicht den Vorrat an Wissen und Kompetenzen mit sich bringt, der für den Rest der Erwerbsbiografie ausreichend ist. Im Zuge dieser Diskussionen wird E-Learning, also das Lernen mit dem Computer, immer wieder als hilfreiche Methode in der Umsetzung lebenslangen Lernens dargestellt. Im betrieblichen Umfeld erfreut sich E-Learning im Vergleich zu herkömmlichen Fortbildungsmaßnahmen vor allem wegen der geringeren Kosten großer Beliebtheit auf Seiten der verantwortlichen Planer¹.

Computerunterstützte Lernformen haben jedoch bis heute mit Akzeptanzproblemen zu kämpfen. Dies äußert sich in einer geringen Nutzung der Angebote durch die Lernenden oder durch ein frühes Ausscheiden aus den Kursen (Harhoff & Küpper 2002; KPMG 2001). In der Akzeptanzforschung werden als Gründe für mangelnde Akzeptanz unter anderem eine negative Einschätzung des Nutzens des Lernangebots und eine negative Einschätzung der Einfachheit der Bedienung genannt (Bürg & Mandl 2004). Die Einschätzung des Nutzens ergibt sich aus dem Verhältnis zwischen dem zu erwartenden Gewinn, der aus dem Lehrangebot gezogen werden kann, und dem zu erwartenden Aufwand, der vom Lernenden erbracht werden muss. Flindt (2007) ergänzt die möglichen Gründe für mangelnde Akzeptanz von E-Learning-Angeboten noch um fehlendes individuelles Interesse, fehlende instruktionale Unterstützung und fehlende soziale Situierung. Eine andere Erklärung für die unterschiedlichen Zufriedenheitsniveaus sieht Schulmeister (2004) in einem Konglomerat individueller Voraussetzungen und Eigenschaften, die die individuelle Lernzufriedenheit und damit die Akzeptanz des Angebots bestimmen. Diese sind beispielsweise die motivationale Struktur des Lernenden, sein Vorwissen zum behandelten Lehrstoff oder die Art der kognitiven Informationsaufnahme und -verarbeitung. Dank der Entwicklungen der letzten Jahre ist es nun technisch möglich, individuell auf die Lernenden in E-Learning-Angeboten zu reagieren (Leutner 2002).

Die Idee, den Lernenden und seine individuellen Bedürfnisse in den Mittelpunkt der Entwicklung von Lernangeboten zu setzen, leitet die Forschung im Bereich des adaptiven Unterrichts (Flammer 1975) schon länger, als es E-Learning gibt. Da

1 In dieser Arbeit wird aus Gründen der besseren Lesbarkeit das maskuline Geschlecht als grammatisches Geschlecht verwendet. Das weibliche Geschlecht soll dadurch in keiner Weise ausgeschlossen werden.

Lernen mit dem Computer für die Individualisierung des Lernstoffs technische Voraussetzungen schafft, wurde bereits in der Frühzeit des E-Learning als Ziel der Entwicklung die Hoffnung formuliert,

„dass in einigen Jahren Millionen von Schülern und Studenten eine Möglichkeit offen steht, die Alexander [...] von Mazedonien als königliches Vorrecht genoss: Die persönlichen Dienste eines Privatlehrers, der so klug und verständnisvoll ist wie Aristoteles“ (Prof. Suppes, Stanford University, 1965, zitiert nach: Gunzenhäuser & Herczeg 2001, S. 19)

Diese Idee findet sich in der aktuellen Diskussion im Modell der adaptiven Lernumgebung wieder (Leutner 2002), das verschiedene Aspekte der Präsentation des Lernstoffs an individuellen Merkmalen der Lernenden ausrichtet.

Ein wissenschaftliches Konstrukt, das große Teile lernrelevanter Persönlichkeitsmerkmale operationalisiert, ist der Begriff des Lernstils. Je nach Modell wird mit diesem Konstrukt ein bestimmter Satz aus individuellen Vorlieben in der Aufnahme und Verarbeitung von Informationen und teilweise die motivationale Struktur einem Lernstil zugeordnet. Durch das Konstrukt der Lernstile lassen sich also interindividuelle Unterschiede beim Lernen von Menschen erklären. Im Unterschied zu anderen Lernereigenschaften bezieht sich der Lernstil direkt auf den Lernprozess, es handelt sich also um ein lernprozessorientiertes Adaptionskriterium (Nistor, Lerche & Lehmann 2008).

Schulmeister (2006) kritisiert am aktuellen Forschungsstand zu adaptiven Lernumgebungen, dass bei den wenigsten Umgebungen überzeugend geklärt werden konnte, wie die erhobenen Lernstile mit den angepassten Lernangeboten interagieren. Häufig fußt die Modellierung des Lerners auf Konzepten zu Lernstilen, die empirisch wenig fundiert sind, und falsche Annahmen über die Stabilität der erhobenen Persönlichkeitseigenschaften schmälern die Qualität solcher Umgebungen. Schulmeister (ebd.) fordert offene Lernumgebungen, in denen die Lernenden aus unterschiedlichen Lernwegen wählen und so selbst die Lernumgebung adaptieren können. Da es ökonomisch nicht sinnvoll ist, alle möglichen Lernarrangements den Lernern anzubieten, wird in der vorliegenden Arbeit das Adaptionskriterium ‚Lernstil‘ auf seine Eignung für adaptive Lernumgebungen untersucht. Dabei soll geklärt werden, ob Lernstile überhaupt eine sinnvolle Grundlage für adaptive Lernumgebungen sind. Zur Klärung der Frage, wie die Adaptivität dann umgesetzt werden soll, ob durch offene Lernsysteme oder adaptive Systeme, sollen die Ergebnisse dieser Studie beitragen.

Als vorläufige Fragestellung der vorliegenden Arbeit kann also die Frage nach den Auswirkungen der lernprozessorientierten Adaptivität nach dem Kriterium des Lernstils auf die Akzeptanz und den Lernerfolg der Lernenden gelten. Angesichts

des heterogenen Standes der Forschung zu diesem Thema erscheint es notwendig, von vornherein den Fokus der Arbeit möglichst eng zu wählen.

Das vorgestellte Forschungsprojekt bezieht sich daher rein auf das Erlernen von Fertigkeiten im Umgang mit Computerprogrammen, die durch ein E-Learning-Angebot im Rahmen der LiMux-Lernwelt der Landeshauptstadt München vermittelt werden (Lerche, Pfab & Hinkofer im Druck). Aufgrund der Erfordernisse des Feldes ist die verwendete Lernumgebung rein auf individuelles Lernen ausgelegt ohne Integration sozialer Lernformen.

Um die dargestellte Forschungsfrage zu bearbeiten, folgt die vorliegende Arbeit folgender Struktur:

Im ersten Teil werden die zentralen theoretischen Konzepte, die für die Fragestellung relevant sind, dargestellt. Der aktuelle Forschungsstand zur Adaptivität von Lernumgebungen wird zu Beginn erörtert (Kapitel 2). Es wurde bereits deutlich, dass es eine Vielzahl unterschiedlicher Lernstilmodelle in der Pädagogik und Psychologie gibt. Der Kritik von Schulmeister (2004 und 2006) Rechnung tragend werden zunächst Lernstilmodelle allgemein vorgestellt (Kapitel 3) und es wird versucht, auf Basis unterschiedlicher Klassifikationssysteme notwendige Eigenschaften von Lernstilmodellen zu ermitteln, die sich für die Erstellung adaptiver Lernumgebungen eignen. Zwei Modelle, die in adaptiven Lernumgebungen häufig für die Modellierung der Lerner herangezogen werden und die notwendigen Voraussetzungen für die Verwendung in einer adaptiven Lernumgebung aufweisen, werden vertieft dargestellt. Zum einen ist das die Entwicklungslinie von den Approaches to learn zum Felder-Silverman-Lernstilmodell (Kapitel 4), zum anderen das erfahrungsorientierte Lernen nach Kolb (Kapitel 5). Nach der Darstellung dieser beiden Lernstilmodelle wird begründet, warum das Modell des erfahrungsorientierten Lernens die Grundlage der in dieser Arbeit verwendeten adaptiven Lernumgebung bilden soll. Teil der Arbeit ist ein umfangreiches Forschungsprojekt zum E-Mail-Client Thunderbird. Da das Erlernen von Fertigkeiten in der Computer- und Softwarenutzung Gegenstand eines speziellen Forschungszweiges ist, werden die Erkenntnisse zum Erwerb von Fertigkeiten im Umgang mit Computern ebenfalls im theoretischen Teil der Arbeit erörtert. Daraus werden grundlegende Erkenntnisse für die didaktische Gestaltung von Lernumgebungen zu Computerprogrammen abgeleitet. Diese Forschungslinie bietet außerdem die Grundlage, um die Dimensionen des Lernerfolgs zu bestimmen, die zur Überprüfung der Wirkungen einer adaptiven Lernumgebung herangezogen werden können (Kapitel 6). Zur Beurteilung der Wirkung von adaptiven Lernumgebungen sind weiterhin die Ergebnisse der Akzeptanzforschung zu beachten.

Diese gibt Hinweise darauf, wie die Akzeptanz computerunterstützter Lernumgebungen beschaffen ist und wie sie gemessen werden kann (Kapitel 7).

Nach einer kurzen Zusammenfassung des Forschungsstandes und der offenen Fragen (Kapitel 8) werden die Forschungsfragen präzisiert und in entsprechende Hypothesen operationalisiert (Kapitel 9). Im Anschluss daran wird zunächst die Entwicklung der Basisversion des Thunderbirdworkshops-online dargestellt. Danach wird ein Konzept zur lernstilorientierten Adaptivität von Lernumgebungen aus den vorliegenden Erkenntnissen erstellt und bei der Entwicklung einer adaptiven Version des Thunderbirdworkshops-online angewandt (Kapitel 10). Nach der Erläuterung der Forschungsmethodik (Kapitel 11) werden die Ergebnisse der Studie im Kapitel 12 dargestellt. Die Erkenntnisse dieser Arbeit werden schließlich im Kapitel Diskussion (Kapitel 13) bewertet und interpretiert. Aufbauend auf diesen Erkenntnissen werden die Implikationen für weitere Forschungen und die Theorieentwicklung im Bereich adaptiver Lernumgebungen vorgestellt.

2 Adaptive Lernumgebungen

Mit dem Begriff der adaptiven Lernumgebung werden unterschiedlichste Anwendungen im Bereich der computerunterstützten Lehre bezeichnet. Um einen Überblick über den Forschungsstand in diesem Bereich und die unterschiedlichen Umsetzungsformen zu geben, werden in diesem Kapitel die unterschiedlichen Entwicklungslinien und Theoriestränge dargestellt und auf Basis einer daraus gewonnenen Kategorisierung aktuelle Umsetzungen adaptiver Lernumgebungen strukturiert dargestellt.

Dass ein Lehrer seinen Unterricht in didaktischer Hinsicht an die Voraussetzungen seiner Schüler anpasst, ist seit Jahrhunderten eine Grundlage gelingender Lehre. Viele wichtige Persönlichkeiten der Geschichte waren mit Privatlehrern gesegnet, die ihren Unterricht exakt auf sie abstimmten. Die weniger bedeutenden Personen besuchten, wenn überhaupt, Lehrveranstaltungen mit einer weitaus größeren Teilnehmerzahl. In diesen Veranstaltungen stand der Lehrende vor der Problematik, seinen Unterricht so abzustimmen, dass er für einen möglichst großen Teil der Teilnehmer geeignet war. Diese Abstimmung machte Kompromisse nötig, die eine optimale Feinabstimmung des Unterrichts auf Einzelne verhinderten.

Die Idee, moderne Technologie zu nutzen, um das Lernen zu erleichtern, ist nicht erst mit der Erfindung von Computern und dem Internet aufgekommen. Bereits 1915 entwickelte Pressey in den USA Maschinen zur „Intelligenzprüfung und zur Informationsvermittlung“. Sie werden als Ausgangspunkt der Entwicklung von modernen Lernmaschinen gesehen. Diese Maschinen präsentierten den Lernenden Multiple-Choice-Fragen. Ein internes Rechenwerk summierte die Anzahl der Punkte und der Testleiter konnte so direkt die Ergebnisse ablesen. In der Modifikation als Lernmaschine wurde die Präsentation der Inhalte über diese Tests gesteuert. Erst wenn der Test zu einem Inhaltsbereich erfolgreich abgeschlossen war, wurden neue Inhalte präsentiert (Leutner 2002, S. 1f.).

Die Idee des Privatlehrers wieder aufgreifend, entwickelte in den 1950er-Jahren Skinner Lehrmaschinen, die individualisiertes Lernen und Lehren möglich machen sollten. Dabei orientierte er sich an den Prinzipien des operanten Konditionierens und traf die Unterscheidung zwischen der Maschine und dem in ihr ablaufenden Programm. So entwickelte er sowohl mechanische Gerätschaften, auf denen individualisierte Lernangebote abliefen, als auch Lehrprogramme, die in gedruckter Form vorlagen. Während die gedruckten Lehrprogramme bis in die 1960er-Jahre relativ erfolgreich waren, fristeten die Lehrmaschinen ein Schattendasein, das auch auf den technisch relativ hohen Aufwand ihrer Herstellung zurückzuführen ist (Leutner 1992, S. 2 f.).

Auch als sich Computer immer mehr zur Steuerung von Lehrmaschinen durchsetzten, änderte das nichts an ihrem Schattendasein. Projekte zur Durchführung computerunterstützten Unterrichts wurden zwar bis in die 1980er-Jahre immer wieder initiiert, durch die hohen Kosten für Computer blieb die Breitenwirkung jedoch weitgehend aus. Seit den 1980er-Jahren und dem Siegeszug des Personalcomputers stehen Rechner immer billiger zur Verfügung. Der dadurch möglich gewordene Boom der computerunterstützten Lernumgebungen brachte Systeme hervor, die auf Basis vorher festgelegter Entscheidungsregeln ihr Verhalten dem der Lernenden anpassten. Unter dem Begriff „Intelligent Tutoring System“ (ITS) wurden Lehrprogramme entwickelt, die sich mithilfe von künstlicher Intelligenz selbstständig auf die Voraussetzungen des Lernenden einstellen können. Die Entwicklung dieser intelligenten Systeme wurde vor allem vonseiten der Informatik vorangetrieben, sodass in vielen ITS pädagogische und instruktionspsychologische Erkenntnisse eine untergeordnete Rolle spielen (Leutner 1992, S. 4 ff.).

2.1 Definitionsrahmen adaptiver Lernumgebungen

Ein System, das die Individualität von Lernenden bei computerunterstützten Lehrveranstaltungen berücksichtigt, wird als „Adaptive Educational System“ bezeichnet (Brusilovsky 1998). Derartige Systeme haben sich zum einen aus den „Intelligent Tutor Systemen“ (ITS), zum anderen aus den „Adaptive Hypermedia Systemen“ (AHS) entwickelt. Die ITS sind aus dem traditionellen Forschungszweig der Lehrmaschinen entstanden, die sich mit der Frage beschäftigt haben, wie individualisiertes Lehren und Lernen möglich ist. Besonderer Blickwinkel war dabei die Kombination aus dem Wissen um das Vorwissen des Lernenden, seine Persönlichkeit und dem Wissen um wirkungsvolle Lehrstrategien. AHS sind mit dem Aufkommen des Internets entstanden. Sie hatten zuerst keinen Bezug zu Lernumgebungen, sondern beschäftigten sich ganz allgemein mit der individualisierten Gestaltung von Elementen multimedialer Internetinhalte. Dazu wird meist auf ein Nutzermodell zurückgegriffen, in dem die für diese Form der Individualisierung notwendigen Eigenschaften des Nutzers abgebildet werden (Brusilovsky 1998).

In der neueren Forschung wird versucht, die verschiedenen Ansätze der Adaptivität nach unterschiedlichen Kriterien zu katalogisieren.

Eine grundlegende Unterscheidung bietet Leutner (2002), der adaptive Lehrsysteme primär in Mikroadaptivität (oder Adaptivität) und Makroadaptivität (oder Adaptierbarkeit)¹ unterscheidet.

Mit Mikroadaptivität wird die Fähigkeit einer Lernumgebung beschrieben, selbstständig den Unterstützungsbedarf des Lernenden zu ermitteln und sich selbst dementsprechend zu verändern (Leutner 2002). Dabei wird meist ein Lernermodell verwendet, das im Laufe der Schulungsmaßnahme in Abhängigkeit von der Nutzerinteraktion modifiziert wird. Häufig modellierte Eigenschaften von Lernenden sind Motivation, Vorwissen oder Lernstil. In Abhängigkeit von diesem Modell können unterschiedliche Formen der Modifikation der Lernumgebung erfolgen. Brusilovsky (1998) beschreibt dazu Folgende:

- **Sequenzierung des Lernstoffs:** Dabei wird die Abfolge der Lerneinheiten abhängig von den Erfordernissen des Lernenden beeinflusst. Das kann sowohl die Abfolge einzelner Themenkomplexe (High-level sequencing) als auch die Abfolge einzelner Elemente eines Themenbereichs (Low-level sequencing) sein.
- **Intelligente Analyse von Arbeitsergebnissen:** Die Arbeitsergebnisse der Lernenden, z. B. Ergebnisse aus einem Test, werden analysiert und auf dieser Basis wird ihnen die nächste Einheit präsentiert.
- **Interaktive Unterstützung beim Problemlösen:** Wenn Lernenden Aufgaben gestellt werden, kann hier bereits in der Bearbeitung der Aufgabe Unterstützung in Abhängigkeit von bisherigen Lösungsversuchen gegeben werden.
- **Adaptive Präsentation:** Hier kann die Darbietung der Lerninhalte direkt angepasst werden.
- **Adaptive Unterstützung von Kooperation:** Für kooperative Aufgaben können die Mitglieder einer Arbeitsgruppe auf der Basis ihrer Profile so kombiniert werden, dass sie sich optimal ergänzen.
- **Adaptive Navigation:** Die Navigationselemente der Lernumgebung können an die Erfordernisse der Teilnehmer angepasst werden.

Eine Lernumgebung, die basierend auf einem Lernermodell, das Motivation, Vorwissen, erlangtes Wissen, Lernstil etc. erfasst und alle Möglichkeiten der Modifikation des Stoffes nutzt, gibt es bisher nicht. Meist werden höchstens ein bis zwei Variablen im Lernermodell operationalisiert und ein bis zwei Modifikationen durchgeführt.

Im Unterschied zu den mikroadaptiven Systemen, die auf aufwendige technische Grundlagen angewiesen sind, wird in makroadaptiven Systemen seitens des

1 Da sich, aus dem anglo-amerikanischen Sprachgebrauch kommend, der Begriff Adaptivität als Oberbegriff für diese beiden Formen entwickelt hat, werden zum Zweck der besseren Verständlichkeit im Folgenden die Begriffe Mikroadaptivität und Makroadaptivität gebraucht.

Lehrenden die Lernumgebung an die Erfordernisse des Lernenden angepasst. Es sind sehr viel weniger Eingriffe des Lehrenden geplant, lediglich ein einmaliger Eingriff zu Beginn der Lerneinheit ist notwendig. Makroadaptive Systeme zeichnen sich daher durch den geringeren technischen Aufwand aus, der erbracht werden muss, um sie zu erstellen. Implizit liegt auch hier ein Lernermodell vor. Allerdings besteht bei der Definition des Lernermodells eine höhere Freiheit, da es nicht von einem Computer modifiziert werden muss. Es ist allerdings erforderlich, für die Beschreibung der Lernenden einen Aspekt zu untersuchen, von dem zu erwarten ist, dass er sich zwischen den Eingriffsintervallen nicht ändert.

Schulmeister (2006) bildet ein dreigliedriges System, das neben der statischen und dynamischen Lerner-Adaptivität auch die Schnittstellen-Adaptivität kennt. Dabei entsprechen die beiden Ausprägungen der Lerner-Adaptivität im Wesentlichen den Adaptivitätsarten nach Leutner (2002). Die Schnittstellen-Adaptivität bezieht sich auf die adaptive Gestaltung der Benutzerschnittstelle, also vor allem der Navigation und Inhaltspräsentation.

Eine weitergehende Darstellung, die auch Schulmeisters Kategorien implizit erfasst, geht auf Burgos, Tattersall & Koper (2007) zurück und wird im Folgenden näher dargestellt.

Unter Adaption sind alle Aspekte der Personalisierung von Lernumgebungen zusammengefasst. Die verschiedenen Ausprägungen bezüglich der **Adoptionsinstanz** sind auf einem Kontinuum zu sehen, dessen Extrema als adaptability und adaptivity bezeichnet werden. Dabei beschreibt der Begriff der adaptability die bewusste und selbstgesteuerte Anpassung der Lernumgebung durch den Nutzer. Dem gegenüber steht die komplett durch das Lernsystem gesteuerte Anpassung in Form der adaptivity. Die in der Realität vorkommenden adaptiven Systeme sind meist nicht direkt einem dieser Extreme zuzuordnen, sondern weisen unterschiedliche Ausprägungen der beiden Adoptionsformen auf (Burgos et al. 2007).

Unabhängig davon, durch welche Instanz die Adaption vorgenommen wird, sind die möglichen Informationsquellen, also der **Adoptionsinput**, zu unterscheiden: Die bei klassischen ITS am weitesten verbreiteten Informationsquellen sind die Beobachtung der Interaktionen der Nutzer mit der Lernplattform und vorher definierte Regeln, die die Durchführung der Adaption steuern. Dem gegenüber und eher der adaptability zuzuordnen sind bewusste Steuerungsentscheidungen der Nutzer oder eines Lehrenden (Burgos et al. 2007).

Die Anpassung der Lernumgebung kann sich auf unterschiedliche Elemente auswirken. Die **Adoptionsgegenstände** können in drei Gruppen unterschieden werden. In der ersten Gruppe wird der Ablauf des Lernprozesses, die Gestaltung

der Inhalte und der Benutzerschnittstelle personalisiert. In der zweiten Gruppe zielt die Adaption auf die Unterstützung beim Lösen von Problemen und der Planung der Zusammensetzung von Lerngruppen. Die dritte Gruppe beschreibt die Adaption der Evaluation des Lernangebots (Burgos et al. 2007).

Ein weiteres Kriterium, nach dem adaptive Lernumgebungen unterschieden werden können, ist der **Adaptionszweck**. Leutner (2002) unterscheidet hier das Fördermodell, das Kompensationsmodell und das Präferenzmodell.

Im Fördermodell sollen Defizite der Lernenden durch zusätzliche Lerneinheiten abgebaut werden. Dazu werden die Defizite über Tests oder Prüfungen erfasst. Im Kompensationsmodell wird versucht, Defizite bei den Lernvoraussetzungen der Lernenden über geeignete Hilfestellungen zu kompensieren. Im Präferenzmodell sollen keine Defizite der Lernenden identifiziert und behoben werden, sondern die vorhandenen Stärken der Lernenden für den Lernprozess optimal genutzt werden.

Die verschiedenen Modelle zur Kategorisierung adaptiver Lernsysteme weisen einerseits einige Überschneidungen auf, andererseits ergänzen sie einander derart, dass ein konsistentes Bild adaptiver Lernumgebungen erst durch eine Integration der Modelle möglich ist. Aus den Modellen können fünf Dimensionen abgeleitet werden, die zur Charakterisierung adaptiver Lernumgebungen herangezogen werden können: (1) die durchführende Instanz, (2) die Quelle des Entscheidungsinputs, (3) die Taktung der Adaption, (4) der Gegenstand der Adaption, (5) der Zweck der Adaption.

Die Punkte eins, zwei und vier sind dabei inhaltlich mit dem Modell von Burgos et al. (2007) deckungsgleich. Der dritte Punkt geht auf die Aufteilung von Mikro- und Makroadaptivität nach Leutner (2002) zurück. Punkt 5 enthält die Differenzierung des Adaptionszwecks nach Leutner (ebd.).

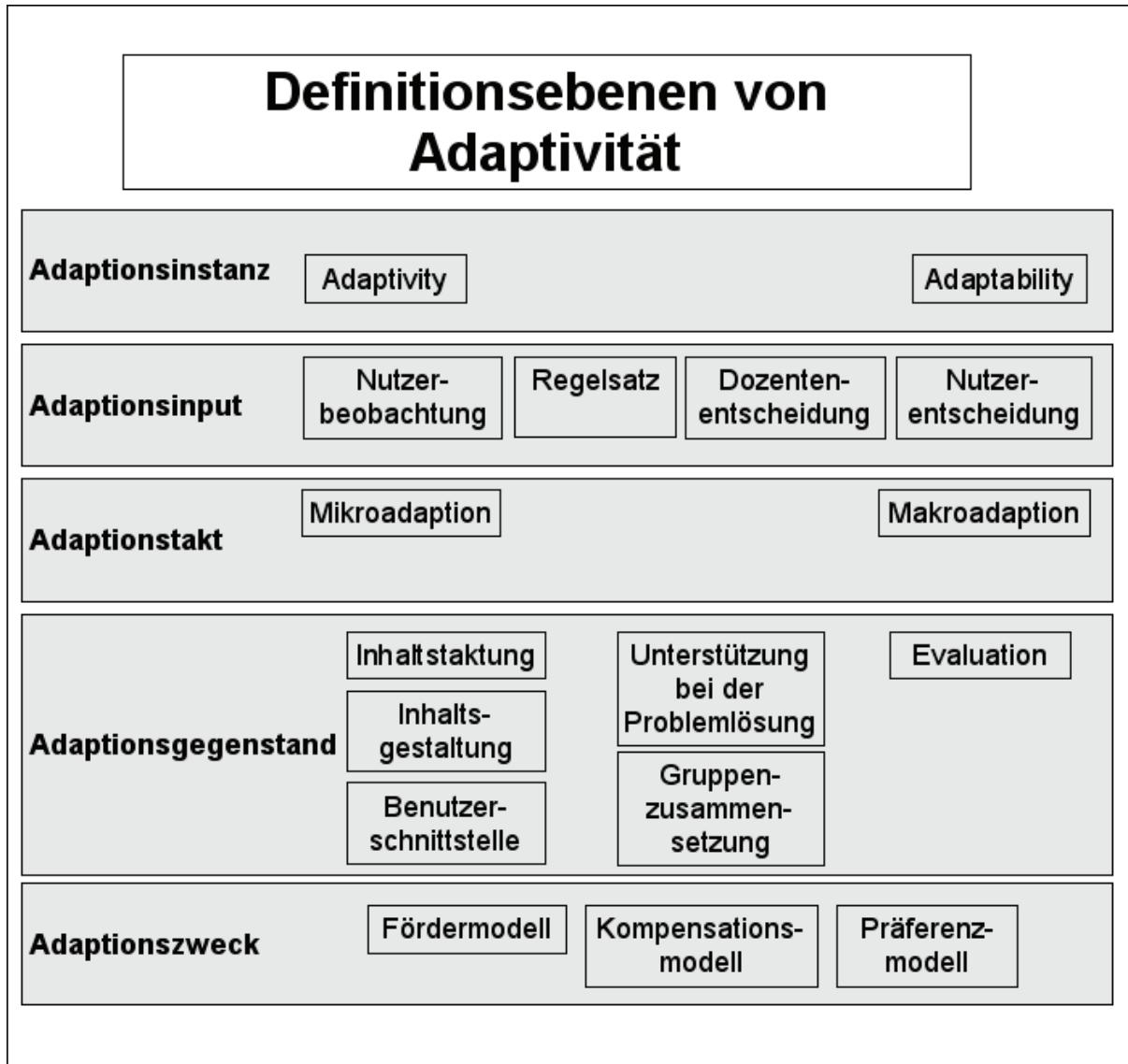


Abb. 2.1: Definitionsebenen der Adaptivität

2.2 Umsetzungen adaptiver Lernumgebungen

In den letzten Jahren wurden viele adaptive Lernumgebungen entwickelt. Um den Rahmen der Arbeit nicht zu sprengen, werden im Folgenden die relevanten Entwicklungen lediglich kurz dargestellt, ohne jedes adaptive Lernsystem einer vollständigen Analyse zu unterziehen. Die Darstellung untergliedert sich primär nach der Taktung der Adaption, da diese Dimension am deutlichsten abgrenzbar ist. Weitere Differenzierungen in der Gliederung unterbleiben aus Übersichtlichkeitsgründen.

Basierend auf Untersuchungen, die die Erhebung von Lernstilen mittels Fragebogenverfahren als zu unzuverlässig bezeichnen (siehe hierzu auch Kapitel 3), haben Villaverde, Godoy und Amandi 2006 eine adaptive Lernumgebung entwickelt, die den Lernstil des Nutzers über ein neuronales Netzwerk ermittelt. Ein

sehr ähnliches Verfahren entwickelten Lo und Shu 2005, in dem ein neuronales Netzwerk unter Berücksichtigung von Beobachtungen der Verweilzeiten auf den einzelnen Seiten, Navigationspfaden und Aufrufen der Hilfeseiten den Lernstil sehr zuverlässig ermittelte. Ein ähnlicher mathematischer Versuch, Lernstile in adaptiven Lernumgebungen zu erfassen, wurde von Stathacopoulou, Magoulas, Grigoriadou und Samarakou 2005 unternommen. Über ein neuronales Netzwerk, das mithilfe von Fuzzy-Logik¹ arbeitete, versuchten sie den Lernstil der Nutzer zu erfassen.

Schiaffino, Garcia und Amandi (2008) kombinieren aus der Beobachtung des Lernerverhaltens bezüglich der bearbeiteten Lerninhalte und dazugehörigen Aufgaben und Prüfungen mithilfe eines Bayes'schen Netzes² ein Lernermodell, das sie als Lernstil bezeichnen. Abhängig von den Ergebnissen werden dem Lernenden personalisierte Kurse angeboten.

Das verbindende Element dieser Ansätze ist, dass sie sehr aufwendige technische Verfahren nutzen, dies pädagogisch aber kaum begründen. Auch die erhöhte Wirksamkeit oder Akzeptanz adaptiver Angebote im Vergleich zu herkömmlichen Lehrangeboten wurde nicht untersucht.

Während bei Lehrsystemen, die von technischen Disziplinen entwickelt wurden, Modelle dominieren, die eher in den Bereich der Mikroadaptivität fallen, können die Systeme aus pädagogisch-psychologischen Fachrichtungen primär der Makroadaptivität zugeordnet werden.

Ohne den Blick speziell auf computerunterstützte Lernumgebungen zu richten, fordert McLoughlin (1999) auf Grundlage der Erkenntnisse aus der Lernstilforschung Fernlehrmaterialien für die jeweiligen Lernstile zu optimieren.

Bereits 1991 versorgten Sein und Robey Probanden in Abhängigkeit von ihrem Lernstil mit unterschiedlichen Versionen einer Schulung. Dabei konnte anhand von Vergleichsgruppen festgestellt werden, dass die Adaption der Lernumgebung an die Lernenden den Lernerfolg erhöht.

In einer Lernumgebung zu Computersystemen entwickelten Carver, Howard und Lane (1999) verschiedenste Elemente, um das System an das Lernermodell anzupassen. Dabei wurde erst in der letzten Phase der Entwicklung eine automatische

1 Das Konzept der Fuzzy-Logik geht zurück auf Lotfi Zadeh und beschreibt eine Ergänzung zur formalen Logik, die zwischen den boolschen Werten „wahr“ und „falsch“ bzw. 0 und 1 Unschärfe erlaubt, also z. B. 0,5. Gerade zur Bearbeitung von Problemen, die nicht durch streng formale Logik zu erklären sind, wird dieses Konzept verwendet (Kaehler 1998).

2 Bei einem Bayes'schen Netz handelt es sich um ein wahrscheinlichkeitstheoretisches Modell, das vor allem zur Repräsentation unsicheren Wissens und der Ableitung darauf aufbauender Schlussfolgerungen dient. (Neapolitan 2007)

Anpassung des Systems an den Lernenden eingeführt. Da diese Forschergruppe aus Informatikern bestand, lag ihr Schwerpunkt auf der technischen Entwicklung der Lernmaterialien. So wurde zum Beispiel ein Quizsystem auf der Basis des Computerspiels „Doom“ entwickelt, dessen Produktion allein über 200 Mann-Stunden benötigte.¹ Die pädagogische Wirksamkeit hingegen wurde nicht empirisch untersucht.

Leutner (2002) und Leutner und Plass (1998) konnten in einem makroadaptiven System nachweisen, dass die Adaption der Lernmaterialien an die bevorzugten Aufnahmekanäle den Lernerfolg in einer computerunterstützten Lernumgebung erhöht. Sie unterschieden dabei die Informationsaufnahmepräferenzen nach visueller und akustischer Aufnahme.

Basierend auf dem Lernstilmodell nach Dunn und Dunn (siehe auch Kapitel 3) entwickelte Wolf (2002) eine Lernumgebung, die vor allem die Navigation an die unterschiedlichen Lernstile anpasst. Ein besonderer Wert lag dabei auf der Sortierung und Darstellung der Links in Abhängigkeit von den Ergebnissen der Lernenden bei der initialen Bearbeitung des Inventars des zugrunde liegenden Lernstilkonzepts.

Die untereinander kompatiblen Systeme AHA! und MOT zeichnen sich dadurch aus, dass sie nicht fest an ein Lernstilmodell gebunden sind. Mit ihnen ist es Autoren möglich, ein beliebiges Lernstilmodell für die Adaption zugrunde zu legen (Stash, Cristea & De Bra 2004).

Bajraktarevic, Hall und Fullick (2003) entwickelten eine Lernumgebung, die als Adoptionsgegenstände das Layout der Lernumgebung und die Gestaltung der Navigation anspricht. Dabei wird der Lerner zwar auf der Basis einer Kombination der Lernstile nach Pask und Scott (siehe auch Kapitel 4.3) und darauf aufbauender Typologien modelliert. Die eigentliche Ermittlung des Lernstils erfolgt über den Felder-Soloman-Index of Learning Styles Questionnaire (ILSQ) (Felder & Silverman 1988), der die Dimensionen Introvertiertheit/Extrovertiertheit, verbal/visuell, sensitiv/intuitiv und global/sequenziell beim Lernenden misst. Die Adaption der Lernumgebung richtet sich lediglich an die Dimension sequenziell/global, indem dem globalen Lerner verstärkt Überblicksinformationen etc. geboten werden, während der sequenziell Lernende die Inhalte in einer einfachen Taktung präsentiert bekommt.

1 In dem Quizmodul betreten die Lernenden innerhalb eines 3D-Shooters einen Raum und bekommen eine Frage gestellt. Der Raum hat für jede Antwortalternative eine Tür. Die Lernenden öffnen die Tür der Alternative, die sie für richtig halten, und werden entweder mit neuer Munition versorgt oder von Monstern angegriffen.

Ebenfalls auf dem Modell von Felder und Silverman aufbauend implementierten Graf und Kinshuk (2008) ein Konzept von Adaptivität in die weitverbreitete Lernplattform moodle. Dabei wird die Reihenfolge einzelner Contentobjekte und die Anzahl von Beispielen und Übungen in Abhängigkeit von den Ergebnissen der Lernenden bei der anfänglichen Bearbeitung des ILSQ adaptiert. In einer ersten Evaluation ihres Ansatzes konnten sie zeigen, dass Lernende in einer adaptierten Umgebung weniger Zeit benötigten, um das Lernziel zu erreichen, als andere Lernende.

Triantafillou, Pomportsis und Demetriadis (2003) entwickelten ein adaptives Lernsystem auf der Basis des Modells von feldabhängigen und feldunabhängigen Lernenden (Witkin, Oltman, Raskin & Karp 1971). Dieses Konzept unterscheidet Lernende nach der Abhängigkeit ihres Lernerfolgs von Umgebungsfaktoren wie instruktioneller Unterstützung oder zeitlichen Bearbeitungsvorgaben. Zu Beginn einer Schulung passten sie vor allem die Taktung der Lernelemente und die Navigation an die Lernenden an. Dabei unterschieden sie, ob die Herangehensweise analytisch oder global sein, die Abläufe durch das Programm oder den Lernenden selbst erfolgen soll und an welchen Stellen Zusammenfassungen etc. eingeblendet werden. Sie konnten durch diese Adaption den Lernerfolg der feldabhängigen Lerner drastisch erhöhen. Dies ist insbesondere deshalb bemerkenswert, weil dieser Lernstil in anderen Untersuchungen bei E-Learning-Angeboten eher geringeren Lernerfolg zeigte.

Einen anderen Ansatz verfolgen die Systeme, die das Vorwissen des Lernenden als zentrales Adoptionskriterium verwenden, Chen (2008) steuert den Lernprozess in Abhängigkeit von Wissenstests der Lernenden. Dabei konnte er bessere Lernergebnisse vorweisen als bei ungesteuerter Nutzung der Lerninhalte.

Die Lernwelt der Landeshauptstadt München (Lerche et al. im Druck) hat ebenfalls die Möglichkeit, die Präsentation der Lerninhalte auf der Basis des Vorwissens der Lernenden zu steuern. Da diese Lernplattform die Grundlage für das Forschungsprojekt im zweiten Teil dieser Arbeit ist, sei zu einer näheren Darstellung auf das Kapitel 10.1 verwiesen.

Eher auf den Adoptionsgegenstand Evaluation ausgerichtet ist die „Support Vector Machine“ nach Huang, Chu und Guan 2007. Dabei werden die tatsächlichen Nutzungszeiten der Lernumgebung, der quantitative Anteil an Onlinediskussionen und die Plagiate in den Hausaufgaben zugrunde gelegt, um die Lernleistung zu ermitteln. Auf Basis der Evaluationsergebnisse können sicherere Leistungsbeurteilungen und darauf aufbauende Lernempfehlungen getroffen werden.

Eine Lernumgebung, die im Grenzbereich zwischen makro- und mikroadaptiven Systemen liegt, haben Kesper, Schön und Greber (2005) entwickelt. Zu Beginn der Teilnahme wird der Lernstil der Lernenden erhoben. In Abhängigkeit von diesem Lernstil werden dem Lernenden speziell aufbereitete Lektionen präsentiert. Am Ende jeder Lerneinheit muss der Lernende in Tests sein Lernermodell aktualisieren. Dieses System misst die für das Lernermodell notwendigen Daten nicht nur zu Beginn der Teilnahme; allerdings passt es auch nicht laufend das Lernermodell an die beobachteten Verhaltensweisen des Lernenden an.

Eine adaptive Lernumgebung, die sowohl den Lernstil als auch das Vorwissen modelliert, ist Inspire (Papanikolaou & Grigoriadou 2003, Grigoriadou, Papanikolaou, Kornilakis & Magoulas 2001). Das zugrunde liegende Lernstilmödell basiert auf Honey und Mumford (1992), welches selbst auf das Modell des erfahrungsorientierten Lernens nach Kolb zurückgeht (siehe Kapitel 5). Mithilfe des Lernstilinventars von Honey und Mumford wird zu Beginn der Bearbeitung des Lerninhalts der Lernstil ermittelt. In Abhängigkeit vom ermittelten Lernstil wird die Sequenzierung der einzelnen Lernelemente angepasst.

Dieser Überblick sollte deutlich machen, welche Bandbreite adaptiver Systeme es aktuell gibt. Gerade die mikroadaptiven Systeme wurden bisher wenig auf ihre pädagogische Wirksamkeit untersucht. Die makroadaptiven Systeme andererseits sind bei der Ermittlung des Lernermodells meist auf Fragebögen zu Beginn der Teilnahme angewiesen. Damit sind die Fehlerquellen, die aus der Subjektivität der Untersuchten resultieren, weiter vorhanden. Andererseits ist ein makroadaptives System technisch weitaus einfacher zu entwickeln und lässt sich auch einfacher an ein didaktisches Modell anpassen, als es bei den mikroadaptiven Systemen der Fall ist. Trotz der vielfältigen Versuche, bestehende Lernstilmödelle in adaptiven Lernumgebungen anzuwenden, konnte sich noch kein Modell endgültig durchsetzen. Die empirischen Belege für die positive Wirkung der Adaptivität sind ebenfalls noch nicht abschließend erbracht. Zwar weisen einzelne Untersuchungen auf positive Auswirkungen hin, die Studien sind aber zu sehr auf die einzelnen Umsetzungen begrenzt, um allgemeine Schlüsse zur Adaptivität aus ihnen zu ziehen.

Die dargestellten Erkenntnisse legen für das in dieser Arbeit dargestellte Forschungsprojekt einige Aspekte nahe: Da die Realisierung mikroadaptiver Systeme technisch sehr aufwendig ist und die Implementation entlang einer pädagogischen Theorie kaum möglich erscheint, wird die hier erstellte Lernumgebung eine makroadaptive Taktung aufweisen. Um die Adaptivität in den Bereichen anzuwenden, die besonders durch pädagogisches Handeln gestaltet werden können, wären die ersten beiden Gruppen der Adoptionsgegenstände interessant.

Da die Lernumgebung, die diesem Forschungsprojekt zugrunde liegen wird, jedoch individuelles Lernen voraussetzt (siehe Kapitel 10), ist die Adaption der Gruppenzusammensetzungen nicht erstrebenswert, eher sollte der Bereich der Inhaltsgestaltung und -taktung bearbeitet werden. Als Zweck der Adaption wird in der vorliegenden Arbeit das Präferenzmodell zugrunde gelegt. Um die technischen Möglichkeiten optimal zu nutzen und Verzerrungen durch menschliche Interventionen so gering wie möglich zu halten, wird eine computergestützte Adaptionsinstanz im Sinne des Ansatzes der adaptivity gewählt. Die dazu nötigen Daten werden nach den Möglichkeiten des zugrunde liegenden theoretischen Modells ermittelt, es kann also erst eine Entscheidung bezüglich des Adaptionsinputs getroffen werden, wenn geklärt ist, welches theoretische Modell für die didaktische Gestaltung der Lernumgebung verwendet werden wird. Daher werden im nächsten Schritt Klassifikationsmodelle von Lernstiltheorien dargestellt. Ziel ist es, aus diesen Kriterien zur Bestimmung der Theorien zu erhalten, die für die Entwicklung adaptiver Lernumgebungen geeignet sind.

3 Lernstilmodelle

Nachdem im letzten Kapitel adaptive Lernumgebungen genauer dargestellt wurden, ist das Ziel dieses Kapitels, die große Zahl bestehender Lernstilmodelle mithilfe anerkannter Taxonomien näher zu bestimmen und eine Gruppe von Modellen auszuwählen, die sich für die Erstellung einer adaptiven Lernumgebung zum Erlernen von Fertigkeiten im Umgang mit Computerprogrammen besonders eignet.

Die individuellen Unterschiede von Menschen beim Lernen waren schon lange vor der Entwicklung computerunterstützter Lernmethoden Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen. Als bekanntestes Beispiel für die Typologisierung interindividueller Unterschiede muss sicher C.G. Jung mit seinem 1921 veröffentlichten Werk „Psychologische Typen“ gelten. Damals waren zwar allgemeine psychologische Unterschiede der zentrale Aspekt, aber bis heute nehmen Lernstilmodelle Bezug auf dieses Modell interindividueller Unterschiede.

So zahlreich die Typologisierungsversuche der interindividuellen Unterschiede sind, beinahe genauso zahlreich sind die Definitionen, um was genau es sich bei Lernstilen handelt. Grob kann man mit Kolb, Harke und Stemzel (zitiert nach Erpenbeck & Heyse 1999) davon ausgehen, dass Lernstile als die Summe der quantitativen und qualitativen Eigenarten in allen Dimensionen der Lernkompetenz angesehen werden können. Es handelt sich laut Erpenbeck und Heyse dabei um die Unterschiede zwischen Menschen bezüglich der Art und Geschwindigkeit der Informationsaufnahme und -verarbeitung, der Qualität und Quantität der abrufbaren Problemlösungsstrategien, der Gedächtnisinhalte, der Motivstruktur und der Erklärungsmodelle für Misserfolge (Erpenbeck & Heyse 1999). Andere Ansätze integrieren die Motivation oder das Vorwissen der Lernenden in ihr Modell (Jonassen & Grabowski 1993).

Da es zwar sehr viele Modelle zu Lernstilen gibt, aber kaum zwei der Modelle auf dieselben Variablen Bezug nehmen, ist es schwierig, eine allgemein gültige Definition von Lernstilen zu finden. Als erste Arbeitsdefinition bietet sich eine sehr weitläufige Definition der Carnegie Foundation for the Advancement of Teaching an, die Lernstile folgendermaßen definiert:

„Lernstile sind aus charakteristischen kognitiven, affektiven und physiologischen Faktoren zusammengesetzt, die als relativ stabile Indikatoren dafür dienen, wie ein Lernender die Lernumgebung wahrnimmt und mit ihr interagiert und auf sie reagiert“ (Carnegie Foundation for the Advancement of Teaching 1988, zitiert nach Erpenbeck & Heyse 1999, S. 99, Übersetzung RL).

Diese Definition enthält physiologische Faktoren als Element von Lernstilen, was in den aktuellen Modellen eher selten thematisiert wird. Durch die Öffnung für weniger übliche Elemente wird die Definition bewusst weitläufig gehalten. Diese integrierende Wirkung war die Intention der Carnegie Foundation, die diese Definition als Kompromiss zwischen den führenden US-Theoretikern ausgehandelt hat.

Da die Inhalte der Lernstilmodelle so unterschiedlich sind, empfiehlt es sich zuerst, einen Überblick über diese zu geben. Dies lässt sich anhand bekannter Taxonomien am besten realisieren, da so eine ungefähre Einordnung der Modelle hinsichtlich ihrer Reichweite und ihrer Blickwinkel möglich ist.

3.1 Currys Zwiebelmodell

Mitte der 1980er-Jahre untersuchte Lynn Curry die psychometrischen Werte verschiedener Lernstilinstrumente. Auf Basis dieser Ergebnisse und der theoretischen Fundierungen der Modelle entwickelte sie das „Zwiebelmodell“ (im Original „onion model“). Dabei werden die untersuchten Lernstilmodelle drei Schichten zugeordnet, vergleichbar mit den Schalen einer Zwiebel. Dieses Modell wurde 1987 von Marshall auf seine Validität überprüft und wird auch in neueren Veröffentlichungen als Referenzsystem zur Einordnung von Lernstilmodellen geführt (Hickcox 1995).

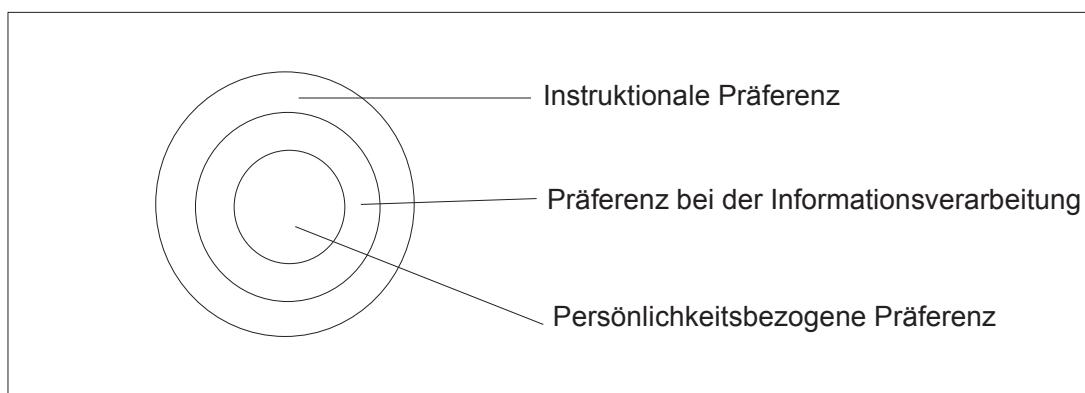


Abb. 3.1: Zwiebelmodell der Lernstile (nach Curry 1987, Übersetzung RL)

Dabei betrachten die Lernstilmodelle aus der äußersten Schale die am einfachsten zu beobachtenden Eigenschaften, während in der innersten Schale die am schwierigsten zu beobachtenden Eigenschaften betrachtet werden. Die einzelnen Schalen lassen sich wie folgt charakterisieren:

1. Lernstil als instruktionale Präferenz: Modelle, die diesem Bereich zugeordnet werden können, fokussieren auf die Präferenzen der Lernenden hinsichtlich der

Lernumgebung. Diese Modelle interagieren am direktesten mit den Erwartungen der Lernenden und der Lehrenden sowie mit anderen externen Faktoren. Es ist davon auszugehen, dass die Faktoren, die in diesen Modellen erfasst werden, die am einfachsten zu beeinflussenden in der Lernumgebung sind. Außerdem sind diese Lernstile zeitlich am instabilsten (Curry 1987).

Ein Beispiel für ein solches Instrument ist das „Learning Style Inventory“ von Canfield (1980). Auf einem Selbsttestinstrument mit 120 Items werden Skalen aus vier Bereichen bearbeitet. Es sind Aussagen über die bevorzugten Bedingungen und Inhalte des Lernens sowie die Art und Weise des Lernens und die individuellen Erwartungen an den Lernprozess möglich (Hickcox 1995).

2. Lernstil als Präferenz bei der Informationsverarbeitung: Konzepte, die Curry in diesem Bereich subsummiert, beschreiben die kognitive Herangehensweise des Individuums an die Informationsaufnahme. Diese Konzepte können mit dem klassischen Informationsverarbeitungsmodell in Verbindung gebracht werden, in dem Informationsverarbeitung als Kombination von Prozessen gesehen wird, die am Schnittpunkt zwischen grundlegenden Persönlichkeitseigenschaften, individuellen Unterschieden und umweltbedingten Entscheidungen für Lernumgebungen stehen (Curry 1987).

Für viele Modelle aus dieser Schicht bilden die Arbeiten von Marton und Säljö die Basis (Marton & Säljö 1976a). Diese Entwicklungslinie wird in einem eigenen Kapitel dieser Arbeit dargestellt (siehe Kapitel 4) (Hickcox 1995).

Ein anderes wichtiges Modell, das nicht aus der Tradition von Marton und Säljö stammt, ist die Theorie des erfahrungsorientierten Lernens nach Kolb (1984). Auch dieses Modell wird in der vorliegenden Arbeit in einem eigenen Kapitel dargestellt (siehe Kapitel 5) (Hickcox 1995).

3. Lernstil als persönlichkeitsbezogene Präferenz: Modelle dieser innersten Schicht betrachten den kognitiven Persönlichkeitsstil. Dabei ist der individuelle Ansatz zur Anpassung von Informationen an die eigene Wahrnehmungswelt und die Anpassung der eigenen Wahrnehmungswelt an neue Informationen zentral. Bei diesen Anpassungsprozessen wird nicht direkt mit der Umwelt interagiert, es handelt sich eher um der Interaktion zugrunde liegende relativ stabile Persönlichkeitseigenschaften (Curry 1987).
4. Ein bis heute sehr gebräuchliches Modell dieser Kategorie ist der Myers-Briggs Type Indicator (Briggs-Myers & Myers 1995). Er orientiert sich an den „Psychologischen Typen“ von C.G. Jung (1921) und erhebt die Orientierung des Einzelnen auf vier bipolaren Skalen: Extroversion – Introversion, wahr-

nehmend über Sinneskanäle – wahrnehmend über Intuition, denkend – fühlend, beurteilend – wahrnehmend. Die vierte Skala wurde von Myers und Briggs den Originalskalen von Jung hinzugefügt (Hickcox 1995).

3.2 Familien der Lernstilmodelle nach Coffield

Eine andere Klassifikation der bestehenden Lernstilmodelle stammt von einer britischen Arbeitsgruppe (Coffield, Moseley, Hall & Ecclestone 2004). In einer groß angelegten Vergleichsstudie entwickelten sie ein Grundlagenwerk, in dem alle aktuell wichtigen Lernstilmodelle dargestellt und kritisch rezipiert werden. In dem Bericht wird neben der Taxonomie von Curry die Kategorisierung von Vermunt (1998) dargestellt. Auf der Basis dieser und anderer Konzepte entwickelt die Gruppe eine eigene Klassifikation, die aufgrund ihrer Aktualität in dieser Arbeit ebenfalls kurz dargestellt werden soll.

1. Genetische und andere anlagenbedingte Faktoren: Als erste Gruppe von Lernstilmodellen definieren Coffield et al. (2004) die Modelle, die Lernstile als anlagebedingt bzw. als genetisch definieren. Diese Modelle gehen nicht davon aus, dass sich der Lernstil eines Einzelnen im Laufe seines Lebens ändert. Zwar gibt es keinen empirischen Beweis, dass der Lernstil eines Menschen mit einer physischen Eigenschaft korrespondiert, trotzdem gehen davon einige Modelle, zumindest teilweise, aus. Rita Dunn, Mitautorin eines dieser Familien zugeordneten Modells, schätzt, dass drei Fünftel des Lernstils über biologische Faktoren bedingt werden (Coffield et al. 2004, S. 12f.).

Ein anderer Aspekt, den viele Modelle dieser Familie als Grundlage nehmen, sind die Hemisphären des menschlichen Gehirns. Es ist seit Langem bekannt, dass eine Hälfte des Gehirns eher beim Sprechen und Erlernen von Sprachen aktiviert ist, während die andere Hälfte für non-verbale Operationen ausgelegt ist. Auf diese und andere unterschiedliche Funktionen der beiden Gehirnhälften führen z. B. Dunn und Griggs (Dunn & Griggs 2003) oder Gregorc (1985) die interindividuellen Unterschiede beim Lernen zurück. Allerdings liegen für die Gültigkeit dieser Modelle nach wie vor keine physiologischen Beweise vor (Coffield et al. 2004).

2. Kognitive Struktur: Zu dieser Familie wurden Modelle zusammengefasst, die implizit oder explizit davon ausgehen, dass Lernstile Eigenschaften des kognitiven Systems selbst sind. Sie gehen davon aus, dass die Stile fest mit Persönlichkeitseigenschaften verknüpft sind. Die Messung der Stile zielt nicht primär auf Präferenzen bestimmter Lernumgebungen, sondern auf allgemeinere Verhaltensmuster. Meist sind diese Stilmodelle bipolar angelegt und ähneln der

Messung von Fertigkeiten und Fähigkeiten. Das bekannteste Modell dieser Gruppe ist das „Field dependent / independent“-Modell nach Witkin (1962). Zu diesem System wurden unterschiedlichste Testverfahren entwickelt. Andere Vertreter dieser Familie sind beispielsweise Riding und Rayner (1988) mit der „Cognitive Style Analysis“ (Coffield et al. 2004, S. 37f.).

3. Stabiler Persönlichkeitstyp: Modelle dieser Kategorie sehen Lernstile als Teil eines Persönlichkeitstyps. Die Theorien in diesem Bereich sind meist an eine bestehende Theorie der Persönlichkeitstypen angelehnt. Bekanntester Repräsentant dieser Gruppe ist der Myers-Briggs Type Indicator, der oben bereits kurz dargestellt wurde (Coffield et al. 2004, S. 46).
4. Flexibel-stabile Lernpräferenzen: In dieser Familie werden Modelle zusammengefasst, die Lernstile zwar über eine gewisse Zeitspanne als stabil sehen, allerdings als Produkt einer stetigen Entwicklung. Als Hauptvertreter dieser Familie wird die Theorie des erfahrungsorientierten Lernens nach Kolb genannt, die anderen Modelle dieser Gruppe sind Alternativen zum Learning Style Inventory von Kolb, das aufgrund seiner psychometrischen Werte häufig kritisiert wurde (Coffield et al. 2004, S. 60).
5. Herangehensweisen ans Lernen und Lernstrategien: In dieser letzten Gruppe werden Modelle zusammengefasst, die individuelle Unterschiede beim Lernen auf die Unterschiede in der Herangehensweise ans Lernen zurückführen. Sie gehen auf die Arbeiten von Marton und Säljö zurück, die in den 1970er-Jahren Unterschiede in diesem Bereich entdeckt haben (Coffield et al. 2004, S. 90).

3.3 Integration der Taxonomien

Die in diesem Kapitel dargestellten Taxonomien konnten einen ersten Einblick in die unterschiedlichen Lernstilmodelle geben. Bei genauerer Betrachtung wird deutlich, dass sich die Taxonomien untereinander weniger unterscheiden, als ein erster Blick nahelegen würde. Die innerste Schale des Zwiebelmodells von Curry ist beinahe identisch mit der dritten Familie im Modell von Coffield et al. Die vierte und fünfte Familie umfassen ziemlich genau die Modelle, die Curry in die mittlere Schale sortiert. Die Unterschiede zwischen den beiden Modellen liegen also zum einen in der äußersten Schale von Curry, zum anderen in den ersten beiden Familien von Coffield et al. Die Modelle aus der äußeren Schale von Curry werden bei Coffield et al. kaum erwähnt, lediglich das Modell von Dunn und Dunn wird mit einigen Vorbehalten in die erste Familie sortiert. Diese erste Familie, die sich durch die Orientierung an biologischen Faktoren auszeichnet, fehlt bei Curry ansonsten ersatzlos. Die zweite Familie enthält Modelle, die Curry in die innerste

Schale ihres Modells sortiert hat. Grob kann also die zweite und dritte Familie von Coffield et al. mit der innersten Schale von Curry gleichgesetzt werden, die vierte und fünfte Familie decken sich ungefähr mit der zweiten Schale von Coffield et al. Für die erste Familie und die äußerste Schale gibt es bei den beiden Modellen keine Parallelen.

Für die weitere Arbeit muss ein Lernstilmodell ausgewählt werden, auf dessen Basis die weitere Forschung stattfinden soll. Abgeleitet aus der Problemstellung kann postuliert werden, dass dieses Modell theoretisch gut belegt sein soll und die Lernstile als relativ stabil angenommen werden sollen, ohne aber gleich als Persönlichkeitseigenschaften definiert zu werden. Daher werden im Folgenden zwei Modellfamilien aus dem Bereich der zweiten Schale nach Curry (1987), bzw. der 4. und 5. Familie nach Coffield et al. (2004) genauer vorgestellt, um im Anschluss daran ein Lernstilmodell zu wählen, das als Fundament für die Entwicklung einer adaptiven Lernumgebung dienen kann.

Bereits bei der Darstellung adaptiver Lernsysteme wurden Modelle mit Bezug zu Marton und Säljö beziehungsweise zum Felder-Silverman-Inventar hervorgehoben. Da diese auch bezüglich der anderen oben formulierten Anforderungen als geeignet für die Erstellung solcher Systeme erscheinen, werden sie im nächsten Kapitel vertieft dargestellt. Die andere Theorie, die sowohl im Rahmen adaptiver Lernumgebungen als auch aus der Logik der Taxonomien heraus als tauglich erscheint, ist das Modell des erfahrungsorientierten Lernens, das im darauffolgenden Kapitel näher dargestellt werden wird. Aufbauend auf den Erkenntnissen dieser Kapitel wird am Ende der Vorstellung der Theorie des erfahrungsorientierten Lernens die Entscheidung bezüglich der Theorie für die adaptive Lernumgebung des Forschungsprojekts begründet.

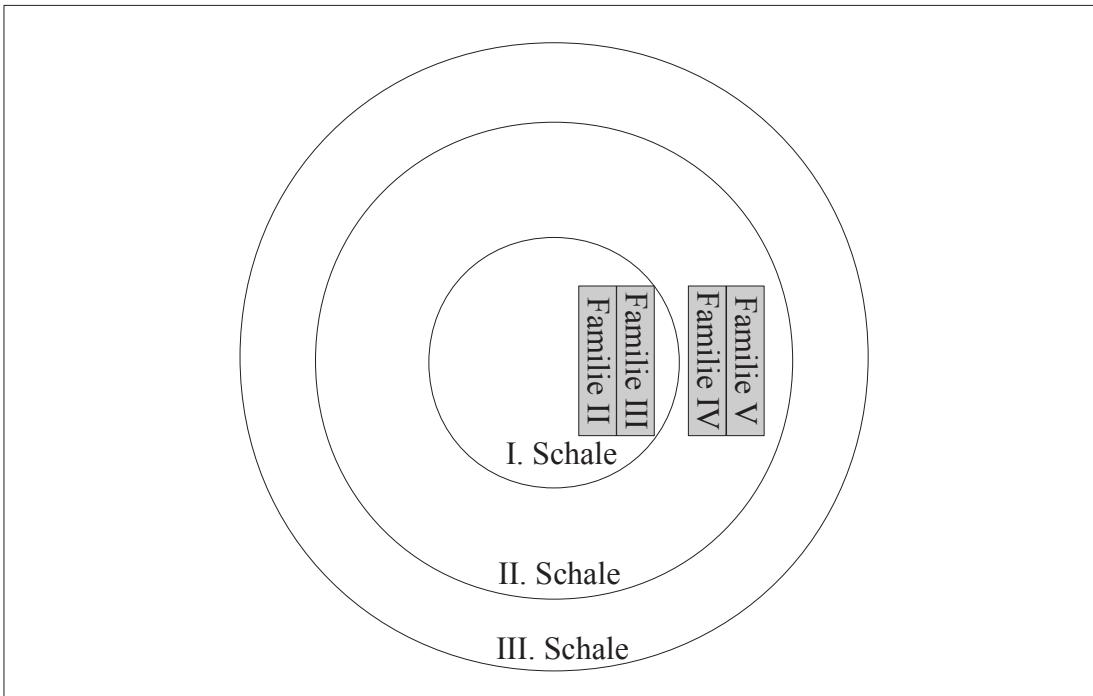


Abb. 3.2: Schnittpunkte der Lernstiltaxonomien nach Curry (1987) und Coffield et al. (2004)

4 Approaches to learn

Eine der bedeutendsten Theorien im Bereich der Lernstile ist die „Approaches to learn“-Forschung. Sie geht zurück auf Arbeiten von Marton und Säljö aus den 1970er-Jahren, diese wurden später durch Forschungsergebnisse aus unterschiedlichen Erdteilen weiter ergänzt. Für die vorliegende Arbeit ist diese Theorie von besonderer Bedeutung, da sie für viele Lernstiltheorien, die in aktuellen adaptiven Lernumgebungen eingesetzt werden, die Grundlage darstellt oder zumindest in Teilbereichen integriert wurde. Daher wird diese Entwicklungslinie im Folgenden vertieft dargestellt. Im Anschluss wird mit dem Lernstilmmodell nach Felder und Silverman (1988) ein in adaptiven Lernumgebungen weitverbreitetes Lernstilmmodell vorgestellt, das auf diese Arbeiten zurückgeht.

4.1 Oberflächen- und Tiefenlernen

In den 1970er-Jahren führten Marton und Säljö in Schweden mehrere qualitative Studien durch, um individuelle Unterschiede beim Lernen aus Texten zu erforschen. Ziel war hierbei herauszufinden, was die Probanden aus den Texten erlernen, um Rückschlüsse auf ihren Lernstil, also ihre Gestaltung des Lernprozesses, zu ziehen. Die Studien waren so angelegt, dass die Studenten einen Text zu lesen bekamen und im Anschluss zu dessen Inhalten befragt wurden. Nach sechs Wochen wurden sie erneut zu den Texten befragt. Marton und Säljö identifizierten bei diesen Versuchen zwei unterschiedliche Herangehensweisen an das Lesen der Texte bei den Probanden. Die eine Gruppe konzentrierte sich bei der Textarbeit darauf, sich den Text selbst möglichst vollständig einzuprägen, sie tendierten eher zum Auswendiglernen des Textes. Diese Form des Vorgehens beschrieben Marton und Säljö als Oberflächenlernen (surface-level processing). Die andere Gruppe der Probanden konzentrierte sich beim Lernen darauf, die Inhalte des Textes zu verstehen, sie neigten dazu, die Intention des Autors aufzunehmen. Dieses Vorgehen beschreiben die Autoren als Tiefenlernen (deep-level processing). Bei den anschließenden Fragen zum Text zeigte sich, dass die zweite Gruppe den Text nachhaltiger verstanden hatte und besser wiedergeben konnte als die erste Gruppe (Marton & Säljö 1976a).

In einer anschließenden Untersuchung erforschten dieselben Autoren die Modifikation der Herangehensweise an Texte durch die vermuteten Anforderungen in einem anschließenden Test. Dazu legten sie zwei Gruppen von Probanden jeweils drei Texte mit dem Auftrag vor, diese zu erlernen. Nach den ersten zwei Texten bekam die eine Gruppe Fragen, die auf ein Verständnis des Textes abzielten, das vor allem durch das Oberflächenlernen erlangt werden konnte, die andere Gruppe

bekam Fragen, die besser durch das Textverständnis des Tiefenlernens beantwortet werden konnten. Nach dem dritten Text wurden die Probanden erneut zu den Inhalten befragt, diesmal mit einem Fragenkatalog, der maß, mit welchem Vorgehen der Text gelesen wurde (Marton & Säljö 1976b).

Es zeigte sich, dass alle Probanden aus der ersten Gruppe ihr Lernen beim dritten Text auf das Oberflächenlernen umstellten, es erscheint also auch für Lerner, die nach dem Tiefenlernen arbeiten, leicht, sich auf das Oberflächenlernen einzustellen. In der zweiten Gruppe blieb ein Teil der Gruppe dabei, nach dem Oberflächenlernen zu arbeiten, sie entwickelten aber Algorithmen, um die offensichtlichen Anforderungen besser zu erfüllen. Lediglich die Hälfte der Lerner stellte sich auf das Tiefenlernen um (Marton & Säljö 1976b).

Es wurde also deutlich, dass Lernende ihr Vorgehen den zu erwartenden Tests anpassen. Außerdem wurde deutlich, dass Lerner, die normalerweise nach Tiefenlernen arbeiten, problemlos auf das Oberflächenlernen umschwenken können. Das Tiefenlernen erfordert mehr Kompetenzen, die der Lernende aufweisen muss, um danach zu lernen. So er diese aufweist, ist es ihm möglich, sein gewohntes Tiefenlernen zu verlassen und nach dem Oberflächenlernen vorzugehen.

4.2 Atomistische und holistische Herangehensweisen

Svensson (1977) hat mit den Probanden von Marton und Säljö weitere Versuche durchgeführt. Er untersucht, inwieweit die Herangehensweise ans Lernen, die die Probanden im Experiment zeigten, mit der übereinstimmt, die sie in ihrem Studium hauptsächlich nutzen. Weiter untersuchte er, ob es Zusammenhänge zwischen der Herangehensweise ans Lernen und dem Erfolg im Studium gibt. Analog zu den Begriffen surface-level processing und deep-level processing führte er „atomistic“, bzw. „holistic approach to study“ ein. Er begründete dies damit, dass er dadurch die Trennung zwischen dem Lernprozess und dem Lernergebnis aufheben will. Er ging davon aus, dass eine auf holistische, auf das Gesamtverständnis ausgelegte Herangehensweise auch ein holistisch organisiertes Wissen beim Lernenden zur Folge hat. Ebenso sollte eine atomistische, auf Auswendiglernen ausgelegte Herangehensweise eine entsprechend oberflächliche Wissensrepräsentation nach sich ziehen. Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass der Großteil¹ der untersuchten Personen in ihrem Studium nach derselben Herangehensweise lernten wie im untersuchten Experiment. Weiter konnte festgestellt werden, dass holistisches Vorgehen im Studium den größeren Erfolg bei Prüfungen ermöglicht. Analog zu den Ergebnissen von Marton und Säljö kann davon ausgegangen werden, dass eine

1 23 von insgesamt 30 Befragten.

holistische Herangehensweise erlernbar ist und zumindest für schwedische Studenten der 1970er-Jahre die zielführendere Variante darstellt.

4.3 Verständnislerner, Wirksamkeitslerner und wendige Lerner

Aus der kognitivistischen Tradition stammend untersuchten Pask und Scott 1972 mehrmals das Lernen der Menschen. Die Grundfrage der ersten Untersuchungen war, ob das Lernen verbessert werden kann, wenn der Stoff so vermittelt wird, dass er mit der persönlichen Herangehensweise ans Lernen übereinstimmt. Als von Grund auf vorliegende kognitive Stile identifizierten sie den holistischen und den serialistischen. Der serialistische Stil ist dadurch gekennzeichnet, dass der Stoff seriell gespeichert wird, der Lernende die Inhalte gleichsam an einer Kette einfacher Reduktionen abspeichert. Probanden, die nach dem holistischen Ansatz gelernt haben, merkten sich die Inhalte als ganzes System, verfolgten also einen ganzheitlichen Ansatz. Der holistische Ansatz lässt sich noch weiter untergliedern, nämlich in den irredundant-holistischen, bei dem die Inhalte im System durch viele Verbindungen untereinander vernetzt sind, und den redundant-holistischen, der wichtige Fakten durch Verweise auf unwichtige, häufig unterhaltsame, Details speichert. In Versuchen, in denen Probanden Lehrmaterial geboten wurde, das auf den Lernstil hin optimiert war, den sie nicht verwenden, und einer Kontrollgruppe, bei der Lernstil und Aufbereitung zusammenpassten, konnte nachgewiesen werden, dass durch passendes Lehrmaterial der Lernerfolg vergrößert bzw. durch Unpassendes verringert wird (Pask & Scott 1972).

Pask forschte in diesem Bereich weiter und hat die bisherigen Ergebnisse 1976 ergänzt. Die Grundlage dieser Forschungen bildete ein Instrumentarium aus speziell entwickelten Computern, mit denen es möglich war, das Vorgehen bei der Bearbeitung einzelner Lektionen zu steuern und die Reihenfolge der bearbeiteten Lektionen aufzuzeichnen. Außerdem legte er der Forschung die conversational theory zugrunde, die es ermöglichen sollte, das Erlernen von komplexen Zusammenhängen zu beschreiben und damit zu erforschen. Teil der Theorie waren möglichst exakte Definitionen von Lerninhalten und Indikatoren für ein gelungenes Erlernen der Lerninhalte (Pask 1976a).

Nach Untersuchungen auf der Basis der conversational theory stellte er fest, dass die holistische und die serialistische Herangehensweise nicht als Lernstil bezeichnet werden können, da sie in speziell definierten Laborversuchen beobachtet wurden, die im Feld selten vorliegen. Die neuen Versuche von Pask deuteten darüber hinaus darauf hin, dass die beiden Herangehensweisen das Produkt tiefer liegender psychologischer Vorgänge sind. Auf der Basis neuer Forschungen be-

schreibt Pask drei unterschiedliche Lernstile: zum einen den comprehension learner (dt: Verständnislerner), der in Lernsituationen dazu tendiert, nach der holistischen Herangehensweise zu lernen. Der operation learner (dt: Wirksamkeitslerner) tendiert in Lernsituationen dazu, nach der serialistischen Methode zu lernen. Die dritte Gruppe bezeichnet Pask als versatile learner (dt: wendige Lerner), die sowohl das holistische Vorgehen beherrschen als auch das serialistische und je nach Lernsituation das passende Vorgehen wählen (Pask 1976b).

In Tests zum Verhalten der unterschiedlichen Lernstile in Lernsituationen wurde deutlich, dass Verständnislerner häufiger Nachfragen zum Lernstoff stellen und häufiger versuchen eigene logische Ableitungen zu bilden, um so zu überprüfen, ob sie den Stoff verstanden haben, als Wirksamkeitslerner. Vergleiche mit den wendigen Lernern sind kaum sinnvoll, da diese ihre Herangehensweise in Abhängigkeit von den Anforderungen der jeweiligen Situation an die Verhaltensweisen der anderen beiden Stile anpassen können.

Beide Hauptlernstile nach Pask weisen Schwächen auf, die den Lernerfolg der Lernenden gefährden können. Für die Verständnislerner definiert Pask das Problem des „globetrotting“. Das beschreibt das Missverständnis von Analogien und die Gefahr, sich in Zirkelschlüssen zu verlieren. Für Wirksamkeitslerner wird das Problem der „improvidence“ beschrieben, das sich in Fehlern bei der Verwendung von Analogien und der falschen Verwendung von Lehrsätzen niederschlägt. Beide Schwächen treten bei wendigen Lernern nicht auf, es scheint, als könnten Menschen, die nach diesem Stil lernen, durch die Kombination der beiden Hauptstile diese Schwächen vermeiden. Zwar geht Pask davon aus, dass die Lernstile relativ stabile Merkmale sind, durch geeignete Trainings von Schülern und Studenten glaubt er aber, den Lernstil ändern zu können. Da der wendige Lerner sich in den Laborversuchen als der leistungsfähigste Lernstil erwiesen hat, erscheint es ratsam, diesen Lernstil zu vermitteln. Hierfür hat Pask die Grundlagen erarbeitet Pask (1976b), eine genauere Würdigung dieses Trainings würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen.

4.4 Lernstrategien im Studienprozess

Nach Biggs (1979) kann der Prozess des Lernens in drei Phasen aufgeteilt werden. In der ersten Phase werden Informationen aufgenommen (Input), in der zweiten Phase werden diese durch den Lernenden verarbeitet (Process). In der dritten Phase schließlich gibt der Lernende wieder, was er bisher gelernt hat (Output). Biggs hat sich in seinen Forschungen vor allem auf die letzten beiden Phasen konzentriert.

Für die Phase der Verarbeitung entwickelte er bereits 1970 den Study Process Questionnaire (SPQ), mit dem wichtige Faktoren des Lernens gemessen werden können. Bei diesen Messungen konzentrierte sich Biggs auf Studenten an Universitäten, da sein Hauptanliegen war, den Erfolg von Studenten vorhersagen zu können. Dabei wird der Studienprozess als eine Menge von Taktiken, Strategien und Herangehensweisen ans Lernen verstanden, die als messbare Variablen zwischen den determinierenden Faktoren des Lernens und dem akademischen Erfolg stehen. Als determinierend sieht er zum einen persönlichkeitsorientierte Faktoren wie die Intelligenz, Charaktereigenschaften und die persönliche Herkunft, zum anderen institutionelle Faktoren wie die Lehrmethode, das Studienfach oder die Testgestaltung der Prüfungen. Diese Faktoren beeinflussen den Studienprozess und somit auch den Lernerfolg. Die in den ersten Anwendungen des SPQ ermittelten Ergebnisse deuteten auf einen gewissen Zusammenhang zwischen dem Studienprozess und Persönlichkeitseigenschaften hin, allerdings differierten die Korrelationen je nach Studienfach der Befragten (Biggs 1970a, b). Diese Ergebnisse legen nahe, dass die Traditionen der einzelnen Studienfächer und die Beschaffenheit des zu erlernenden Stoffes ebenfalls Auswirkungen auf den Lernerfolg und den Studienprozess haben (Biggs 1978).

Mithilfe des SPQ konnten drei Dimensionen des Studienprozesses ermittelt werden, die jeweils sowohl einen motivationalen Aspekt aufweisen als auch bestimmte Lernstrategien:

1. Anwendend: Der Lernende ist aus pragmatischen Gründen an der Universität, der formale Abschluss ist sein Hauptziel. Die angewandten Lernstrategien konzentrieren sich auf die Vermeidung von Fehlern und die Minimierung des Aufwands. Eine Parallele zum Oberflächenlernen wie es Marton und Säljö beschrieben haben ist deutlich zu erkennen (Biggs 1979). In anderen Veröffentlichungen bezeichnet Biggs diese Herangehensweise auch als reproduzierend (reproducing) (Biggs 1978) oder als Oberflächenansatz (surface approach) (Biggs 1988).
2. Internalisierend: Der Lernende hat sich entschieden zu studieren, um sich selbst weiterzuentwickeln, und ist an den Themen des Studiums um ihrer selbst willen interessiert. Daher eignet er sich selbstständig Wissen an, das zum Lernstoff gehört, aber nicht explizit als Lernstoff ausgewiesen ist, und versucht, die Inhalte verschiedener Lernaufgaben zueinander in Beziehung zu setzen. Erfolgreich wird er, wenn seine Interessensgebiete sich mit den Inhalten der Prüfungen überschneiden (Biggs 1979). Auch hier wird die Parallele zu Marton und Säljö deutlich, hier zum Tiefenlernen. Daher wählt Biggs in anderen Ver-

öffentlichungen für diese Herangehensweise ebenfalls den Begriff Tiefenansatz (deep approach) (Biggs 1988).

3. Leistung: Diese Dimension beschreibt die Motivation des Lernenden als vom Streben nach Selbstbestätigung getragen. Der Lernende möchte im Vergleich zu anderen sehr gute Noten erreichen und sieht das Lernen im Sinne eines Wettbewerbs. Die kognitiven Strategien sind daher darauf ausgerichtet, möglichst gute Noten zu erreichen, und vor allem durch gute Organisation gekennzeichnet. In anderen Veröffentlichungen bezeichnet Biggs diese Dimension auch als Organisieren (Organizing) (Biggs 1978). Abgesehen vom Aspekt der Organisation nutzen Menschen, die nach der Leistungsdimension an ihr Studium herangehen, Strategien der beiden anderen Dimensionen, je nachdem, welche ihnen als zielführender erscheint (Biggs 1979).

Über die Auswertung verschiedener Studien, die mit dem SPQ durchgeführt wurden, konnte Biggs sein Modell des Studienprozesses weiter differenzieren. Jede Herangehensweise des Prozesses lässt sich in drei Dimensionen aufteilen, die aufeinander aufbauen. Die Basis sind die Werte, die der Lernende hat. Darauf aufbauend entwickelt er Motive des Lernens, aus denen sich wiederum Strategien ableiten lassen (vgl. Tabelle 1). Auf alle drei wirken die persönlichkeitsorientierten und institutionellen Determinanten des Lernens ein (Biggs 1979).

	<i>Wert</i>	<i>Motive</i>	<i>Strategie</i>
1. Anwendend/ reproduzierend/ Oberflächen- ansatz	Pragmatik: instrumentelle Werte, Studium ist Mittel zum Zweck	Test-Angst, Neurotizismus: prägendes Element ist die Angst vor Versagen	Faktenlernen, Ziele sind die explizierten Lernziele, Auswendiglernen
2. Internalisierend/ Tiefenansatz	Offenheit: Persönlichkeits- entwicklung als Ziel, Universität erlaubt dies	Akademische Motivation: intrinsisch, was Entwicklung ermöglicht, ist interessant	Bedeutungslernen: Lernen unbefriedigend, bis neuer Lernstoff ins eigene Wissen integriert wurde, Unterricht nur Basis für Beschäftigung mit Thema
3. Organisierend/ Leistung	Gewinnen im Wettbewerb. Universität ist ein Spiel, das man gewinnen muss	Leistungsmotivation: Erfolg ist notwendig, wenig Ängste	Strukturieren, Arbeit planen, hält sich an die Regeln

Tab. 4.1: Matrix der Herangehensweisen ans Lernen (in Anlehnung an Biggs 1978,
Übersetzung RL)

In Biggs späteren Arbeiten werden die drei Dimensionen zu zwei zusammengeführt, nämlich der motivationalen Komponente und den bevorzugten Strategien des Lernenden. Auch die Hypothese, dass Lernprobleme entstehen, wenn ein Student Werte, Motive und Strategien unterschiedlicher Dimensionen hat, wird in späteren Veröffentlichungen nicht weiter bearbeitet.

4.5 Lancaster Inventory und Studienerfolg

Seit den späten 1960er-Jahren forschte Entwistle in Großbritannien zu Studienmethoden und -motivation. In ersten Studien in Aberdeen konnten grundlegende Skalen entwickelt werden, um den akademischen Erfolg von Studenten vorherzusagen (Entwistle & Wilson 1977). Dabei konnten bei den untersuchten Studenten vor allem zwei Formen der Studienmotivation ermittelt werden. Zum einen die „Hoffnung auf Erfolg“, zum anderen die „Angst vor Versagen“. Beide motivationalen Grundhaltungen konnten mit Studienerfolg einhergehen. Die Skalen zur Erfassung der Studienmethoden waren vor allem auf die Organisation und Planung des Studiums gerichtet. Da die so gewonnenen Daten nur geringe Korrelationen mit dem tatsächlichen Studienerfolg aufwiesen, entwickelte die Gruppe um Entwistle ab 1975 das „Lancaster Inventory“ zur Messung von Studienmethoden und der zugrunde liegenden Motivation. In dieses Inventar flossen auch die Ergebnisse der Forschungen von Marton und Säljö, Pask und Biggs mit ein. In einer Studie an 767 Zweitsemesterstudenten aus neun Fachbereichen von drei Universitäten konnten vier Faktoren ermittelt werden, die die unterschiedlichen Herangehensweisen der Studenten ans Lernen prägen (Entwistle, Hanley & Hounsell 1979):

1. Tiefenansatz/Verständnislernen: Studenten mit hohen Scores auf diesem Faktor lernen mit hoher intrinsischer Motivation und sehen das Studium als Suche nach dem persönlichen Sinn. Diese Herangehensweise hat viele Parallelen zum internalisierenden Lernen, wie es Biggs (1978) beschrieben hat, weist aber zusätzlich Komponenten des Verständnislernens (Pask 1976b) auf.
2. Oberflächenansatz/Wirksamkeitslernen: Diese Herangehensweise ist durch extrinsische Motivation gekennzeichnet und durch Angst vor dem Versagen. Im Lernen gehen die Studenten nach dem Oberflächenansatz vor und orientieren sich stark an vorgegebenen Lehrplänen. Es werden viele Parallelen zum reproduzierenden Lernen (Biggs 1978) deutlich, gepaart mit der Orientierung am Wirksamkeitslernen (Pask 1976b).
3. Planvolles, erfolgsorientiertes Studieren: Dieser Faktor ist dem leistungsorientierten Lernen nach Biggs (1978) sehr ähnlich. Die Studenten organisieren

ihr Studium gut, sind intrinsisch motiviert, sehr gute Leistungen zu erbringen, und sie beherrschen das Tiefenlernen.

4. Extrovertiertheit: Dieser Faktor ist eine Kombination der beiden Persönlichkeitseigenschaften, die von Eysenck (1970) beschrieben wurden. Er ist hauptsächlich durch Extroversion gekennzeichnet und wird im weiteren Modell nicht berücksichtigt (Entwistle et al. 1979).

Die verbleibenden drei Herangehensweisen können als kohärentes Modell zur Einschätzung, wie Studenten emotional und inhaltlich an ihr Studium herangehen, gesehen werden. Allerdings gibt die Zuordnung der Studenten zu den einzelnen Herangehensweisen noch kaum Aufschluss über den Studienerfolg, sondern erst die Pathologien, also die inadäquaten fehlerhaften Nutzungsformen der jeweiligen Stile, wie sie bereits Biggs formuliert hatte. In den Studien der Gruppe um Entwistle konnten Hinweise gefunden werden, dass Studenten mit besonders geringem Studienerfolg beide Pathologien aufweisen. Studenten, die erfolgreich studieren, weisen dagegen die Fähigkeit auf, die Formen des Lernens aller Herangehensweisen zu kombinieren. Als Perspektive für die Forschung sieht Entwistle neben der Vorhersage von Studienerfolgen die Möglichkeit, differenzierter die Unterschiede sowohl zwischen den einzelnen Studenten als auch den Lehrstilen der Dozenten zu untersuchen (Entwistle et al. 1979). Die Möglichkeit, vielfältigere didaktische Methoden im Unterricht einzusetzen und so den Studenten zu ermöglichen, gemäß ihren individuellen Herangehensweisen zu lernen, sieht er als optimale Umsetzung der Forschungsergebnisse an (Entwistle 1976).

Faktor	Orientierung	Motivation (Persönlichkeitstyp)	Herangehensweise oder Stil	Lernprozess		Ergebnis
				Stufe 1	Stufe 2	
1	Verstehen	Intrinsisch (selbstständig, keine Lehrplanbindung)	Tiefenansatz/ wendige Lerner	Alle unten beschriebenen Prozesse, gemäß der Lernsituation angewandt		Tief gehendes Verständnis
			Verständnis-lernen	Aufbauen einer allgemeinen Beschreibung des Lernfeldes	Neue Informationen so strukturieren, dass sie in Vorwissen integriert werden können	Unvollständiges Verständnis vgl. globetrotting
2	Wiedergeben	Extrinsisch und Angst vor Versagen (ängstlich und lehrplan gebunden)	Wirksamkeits-lernen	Detaillierte Aufmerksamkeit auf Schritte der Argumentation	Verbindung zwischen Beweisen und Ergebnissen, kritischer Standpunkt	Unvollständiges Verständnis vgl. improvidence
			Oberflächen-ansatz	Erinnern	Überlernen	Oberfl. Verständnis
3	Gute Noten erreichen	Hoffnung auf Erfolg (stabil, gr. Selbstvertrauen)	planvoll/erfolgs-orientiert	Jede Kombination der obigen Prozesse, je nachdem, wie erfolgsversprechend sie für die jeweilige Prüfung sind		Gute Noten mit oder ohne Verständnis

Tab. 4.2: Kategorien der Herangehensweisen ans Lernen (in Anlehnung an Entwistle et al. 1979, S. 379, Übersetzung RL)

4.6 Felder-Silverman Learning Style Inventory – ein Lernstilmodell aus der Ingenieursausbildung

Ein nach wie vor sehr verbreitetes Lernstilmodell geht auf Felder und Silverman (1988) zurück. Sie entwickelten in den späten 1980er-Jahren ein Lernstilmodell speziell für die Ingenieursausbildung. Es wurde bald in vielen Bereichen der Aus- und Weiterbildung angewandt und erfreut sich bei adaptiven Lernumgebungen großer Beliebtheit (siehe auch Kapitel 2).

Felder und Silverman sahen ursprünglich fünf Dimensionen als entscheidend für das menschliche Lernen an. Diese sind:

1. Wahrnehmung: Diese Dimension beschreibt, welche Art von Informationen das Lernen des Einzelnen am besten unterstützt. Dabei wird zwischen sensorischer und intuitiver Wahrnehmung unterschieden. Sensorische Wahrnehmung meint die Aufnahme von Informationen direkt über die jeweiligen Sinneskanäle, während intuitive Lerner die Informationsgewinnung über interne kognitive Prozesse bevorzugen. Felder und Silverman greifen hier auf eine Dimension eines anderen Lernstilmodells zurück. Im Myer-Briggs-Type-Indikator, der

wiederum auf die psychologischen Typen nach Jung zurückgeht (Briggs-Myers & Myers 1995, Jung 1921), ist diese Dimension ebenfalls enthalten.

2. Aufnahme: Die Präferenz für einen bestimmten Aufnahmekanal wird durch diese Dimension beschrieben. Dabei wird zwischen den beiden Kanälen visuell und auditiv unterschieden. Visuelle Lerner bevorzugen bildliche Darstellungen der Lerninhalte, während akustische Lerner das gesprochene Wort vorziehen. Da es bei der Rezeption des Modells häufig zu Missverständnissen kam, änderten Felder und Silverman die Bezeichnung in visuell und verbal (Vorwort von 2002 zu Felder & Silverman 1988, Felder & Henriques 1995). Dadurch sollte neuen Erkenntnissen Rechnung getragen werden, dass die Aufnahme von Informationen durch das geschriebene Wort auch dem akustischen Stil zuzuordnen ist, da das Gehirn dieses in gesprochenes Wort umcodiert.
3. Organisation: Die Dimension Organisation unterscheidet Lernende nach ihren Präferenzen beim Aufbau von Lerneinheiten. Dabei entwickelt der induktive Lernstil allgemeine Prinzipien und Erkenntnisse bevorzugt auf Basis gegebener Fakten und Beobachtungen, während der deduktive Lernstil bevorzugt aus vorgegebenen allgemeinen Regeln Erkenntnisse für konkrete Situationen ableitet. Während in der ersten Version des Modells dieser Dimension noch eine große Bedeutung beigemessen wurde, da die klassische Form der Lehre in der Ingenieursausbildung deduktiv war, die Autoren aber davon ausgingen, dass das induktive Vorgehen von einem Großteil der Studierenden favorisiert wurde. Da in aktuelleren Forschungen die Überlegenheit induktiven und problemorientierten Lernens nachgewiesen wurde, kommt Felder zu dem Schluss, dass diese Dimension nicht mehr tauglich sei, und entfernt sie aus dem Modell (Vorwort von 2002 zu Felder & Silverman 1988).
4. Verarbeitung: In dieser Dimension wird unterschieden, ob der Lernende eher durch Handeln, Diskutieren und Ausprobieren lernt, oder durch Introspektion und Überlegen. Diese Dimension ist direkt aus der Theorie des erfahrungsorientierten Lernens nach Kolb (1984) übernommen (siehe auch Kapitel 5).
5. Verständnis: In dieser Dimension wird direkt auf die Tradition der *Approaches to learn* zurückgegriffen. Die Lernstile unterscheiden sich nach der sequenziellen Verarbeitung und der globalen. Die Beschreibung ist eng an Pask (1976a) orientiert.

Die Dimensionen sind jeweils dichotom und Lernstile können als Kombination der Ausprägungen der jeweiligen Dimensionen verstanden werden. Das ursprüngliche Interesse bei der Entwicklung dieses Modells war die Optimierung der Ingenieursausbildung. Daher sind parallel zu den Lernstilen auch Lehrstile Teil des

Modells, die durch fünf vergleichbare Dimensionen beschrieben werden. Optimale Lernerfolge werden erreicht, wenn Lehr- und Lernstil zusammenpassen.

Das Modell nach Felder und Silverman erfreut sich bei der Umsetzung adaptiver Lernumgebungen großer Beliebtheit. Die entwicklungsgeschichtlichen Wurzeln in der Ingenieursausbildung haben diese Entwicklung mit Sicherheit erleichtert. In einigen Aufsätzen (Carver et al. 1999, Kuljis & Liu 2005) wird dieses Modell aufgrund seiner einfachen Umsetzbarkeit und augenscheinlichen Validität als besonders geeignet für diese Anwendungen beschrieben. Aus pädagogischer Sicht muss das Modell jedoch kritischer gesehen werden. Es werden Elemente verschiedener anderer Lernstilforschungen integriert. Diese sind drei der Familien nach Coffield et al. (2004) zuzuordnen, weisen also sehr unterschiedliche Grade von Stabilität auf. Ein Konstrukt, dessen unterschiedliche Aspekte verschiedene Stabilitätsgrade aufweisen, ist schwer mit einem einheitlichen Instrument zu messen. Außerdem wird die Dimension der Aufnahmekanäle im populärwissenschaftlichen Bereich zwar häufig dargestellt (vgl. z.B. Vester 2001), die empirische Nachweisbarkeit dieser Stile wird in der Kognitionswissenschaft jedoch bezweifelt (Looß 2001). Inwieweit die theoretisch wie empirisch wenig abgesicherte Integration einzelner Teilelemente aus anderen Lernstilmustern die Gültigkeit des Felder-Silverman-Modells erhöht, sei weiterhin bezweifelt.

Die Theoriefamilie der Approaches to learn weist eine breite empirische Basis, vor allem im Kontext der Hochschulbildung, auf. Auch in neuerer Zeit findet sie in verschiedenen adaptiven Lernumgebungen (z.B. Bajraktarevic et al. 2003, siehe Kapitel 3) Anwendung. Allerdings sind die Aussagen zur Gestaltung von Lernumgebungen, die aus diesen Modellen abgeleitet werden können, begrenzt. Auch sind die Lernstile nicht in jeder Umsetzung als gleichwertig zu betrachten, zumeist sind die serialistischen, atomistischen Stile als defizitär beschrieben. Das wirft die Frage auf, inwieweit eine adaptive Lernumgebung, die nach dem Präferenzmodell konzipiert ist, sinnvollerweise auf dieses Modell zurückgreifen kann. Die Kombination der Approaches to learn mit anderen, empirisch wenig abgesicherten Modellen im Felder-Silverman-Lernstilmusterrn schließlich, weist einige weitere Schwierigkeiten auf, die eine Fundierung eines kohärenten adaptiven Lernsystems erschweren würden. Die vielfältigen Einschränkungen dieser Theorielinie machen es notwendig, im nächsten Kapitel das Modell des erfahrungsorientierten Lernens auf seine Tauglichkeit für das geplante Forschungsprojekt zu überprüfen.

5 Erfahrungsorientiertes Lernen

Zu den einflussreichsten Forschern auf dem Gebiet der Lernstile zählt David A. Kolb. Er entwickelte ab den 1970er-Jahren die Theorie des erfahrungsorientierten Lernens (Kolb 1971, Kolb 1974), die er bis heute weiterentwickelt. Im Unterschied zu vielen anderen Lernstilmodellen fußt dieses Modell auf einer breiten theoretischen Basis. Von einem allgemeinen Modell menschlichen Lernens ausgehend entwickelte Kolb (1984) eine Lernstiltypologie und ein Instrument zur Diagnose individueller Lernstile. Aufgrund der sorgfältigen theoretischen Fundierung zählt das Modell von Kolb zu den bekanntesten und am besten untersuchten Lernstilmodellen (Holman, Pavlica & Thorpe 1997).

5.1 Theoretische Wurzeln der Theorie

Als Hauptströmungen, die die Entwicklung der Theorie des erfahrungsorientierten Lernens begründet haben, benennt Kolb die Arbeiten des Philosophen und Pädagogen John Dewey, des Psychologen Kurt Lewin und des Entwicklungspsychologen Jean Piaget. Darüber hinaus bestehen weitere Bezüge zu den Theorien und Konzepten von C. G. Jung, Paolo Freire und Carl Rogers (Kolb & Kolb 2005b). Folgende Aspekte der drei Hauptquellen waren bei der Entwicklung der Theorie des erfahrungsorientierten Lernens zentral:

5.1.1 Deweys Lernmodell

Dewey (1938) beschreibt Lernen als einen dialektischen Prozess, der einerseits Erfahrungen und bereits erlernte Konzepte, andererseits Beobachten und Handeln integriert. Er geht davon aus, dass Lernen Impulse und Gefühle zu sinnhaften, planvollen Handlungen transformiert. Dabei steht ein kaum rationaler Handlungsimpuls am Beginn des Lernprozesses. Dieser wird mithilfe von Beobachtung der Umweltbedingungen, eigener Erfahrungen und bereits erlernten Wissens über vergleichbare Situationen bewertet. Auf der Basis dieser Bewertung wird eine zweckorientierte Handlung durchgeführt, die sich vom ursprünglichen Impuls durch den zugrunde liegenden Plan und die aus bisherigen Erfahrungen gewonnenen Hypothesen über die wahrscheinlichen Auswirkungen der Handlung unterscheidet. Dabei ist festzuhalten, dass der ursprüngliche Impuls die Motivation und den Impetus zur Handlung gibt, während der Plan zum konkreten Vorgehen der Beurteilung von Beobachtungen und bisherigen Erfahrungen entspringt. Die Erfahrungen aus der Durchführung der Aktion werden wiederum zur Grundlage der nächsten Entscheidung (Dewey 1938, S. 69). Gerade dieser Aspekt der Ent-

wicklung des Individuums auf der Basis der gesammelten Erfahrungen ist aus Sicht von Kolb (1984) ein entscheidender Vorteil dieses Modells.

5.1.2 Aktionsforschung nach Lewin

Bei den Techniken der Aktionsforschung können Lernen, Veränderung und Entwicklung am besten als integrierter Prozess wahrgenommen werden. Dieser Prozess beginnt mit einer konkreten Erfahrung. Zu dieser Erfahrung werden Beobachtungen gesammelt und die Erfahrung selbst wird reflektiert. Diese Daten bieten die Grundlage für die Entwicklung von abstrakten Konzepten oder allgemeinen Handlungsgrundsätzen, die in neuen Situationen überprüft werden. Die konkreten Erfahrungen aus dieser Phase bilden dann den Anfangspunkt eines neuen Durchlaufs durch die vier Phasen. Zwei Aspekte dieses Modells sind für die Entwicklung der Theorie des erfahrungsorientierten Lernens besonders wichtig: zum einen die Betonung konkreter Erfahrungen zur Überprüfung von Theorien. Diese direkte persönliche Erfahrung wird als zentraler Fokus des Lernens gesehen. Zum anderen ist die Gründung der Aktionsforschung auf Feedbackprozesse zentral. Durch diese Feedbackprozesse wird ein kontinuierlicher Prozess der zielorientierten Handlung und Bewertung der Effekte dieser Handlung ermöglicht (Kolb 1984, S. 21f.).

5.1.3 Piagets Modell des Lernens und der kognitiven Entwicklung

Aus Sicht Piagets sind die grundsätzlichen Elemente der Entwicklung einer erwachsenen Geisteswelt die Dimensionen von Erfahrung und Konzept und von Reflexion und Aktion. Die Entwicklung des Menschen von der Geburt bis zum Erwachsenenalter vollzieht sich in verschiedenen Phasen, angefangen bei der sensumotorischen Phase (0–2 Jahre) über die präoperationale Phase (2–6 Jahre) und die Phase der konkreten Operationen (6–12 Jahre) bis zur Phase der formalen Operationen (ab ca. 12 Jahren) (Piaget 1972, S. 40ff.).

In der sensumotorischen Phase lernt das Kind vor allem durch konkrete und aktive Erfahrungen. In der präoperationalen Phase löst sich das Kind vom Lernen durch konkrete Erfahrung und entwickelt eine reflexivere Orientierung. Dabei können Handlungen internalisiert und innerpsychische Abbilder von den konkreten Erfahrungen erstellt werden. In der Phase der konkreten Operationen entwickelt sich die Fähigkeit zur abstrakten symbolischen Repräsentation von Erfahrungen. In dieser Phase lernt das Kind vor allem durch logische Operationen und Klassenbildung. In der Phase der formalen Operation schließlich sind formallogische

Operationen ohne Bezug auf konkrete reale Erscheinungen möglich (Kolb 1984, S. 23f.).

In diesen Phasen ist der Kern der Entwicklung eine Interaktion zwischen Akkommodation und Assimilation. Unter Akkommodation wird die Anpassung eines internen Schemas an Erfahrungen mit der Welt, unter Assimilation die Anpassung der Erfahrungen aus der Umwelt an die eigenen Schemata verstanden. Ein ausgewogenes Verhältnis zwischen diesen beiden Prozessen ermöglicht die Entwicklung von konkreten zu abstrakten und von aktiven zu reflexiven Entwicklungsstufen (Kolb 1984, S. 23f.).

Aus den Gemeinsamkeiten der drei Modelle des Lernens leitet Kolb folgende charakteristische Merkmale des Lernens ab:

1. Lernen kann am besten als Prozess, nicht in Form von Ergebnissen wahrgenommen werden.
2. Lernen ist ein fortwährender Prozess, der auf Erfahrung gestützt ist.
3. Der Prozess des Lernens benötigt die Lösung von Konflikten zwischen dialektisch entgegengesetzten Formen der Anpassung an die Welt.
4. Lernen ist ein ganzheitlicher Prozess der Anpassung an die Welt.
5. Lernen beinhaltet eine Interaktion zwischen der Person und der Umwelt.
6. Lernen ist der Prozess der Wissensgenerierung.

(Kolb & Kolb 2005b)

Auf Grundlage dieser Merkmale definiert Kolb Lernen als einen Prozess, in dessen Verlauf Wissen durch die Transformation von Erfahrung generiert wird (Kolb 1984, S. 25ff.).

5.2 Dimensionen des Lernens

In Anlehnung an Dewey, Lewin und Piaget entwickelt Kolb ein vierstufiges zirkuläres Modell des erfahrungsorientierten Lernens. Die vier Stufen sind **Konkrete Erfahrung (KE)**, **Reflektierendes Beobachten (RB)**, **Abstraktes Konzeptionalisieren (AK)** und **Aktives Experimentieren (AE)**. Eine Orientierung beim Lernen auf konkrete Erfahrung betont die Wahrnehmung von Gefühlen. Hier wird der direkte Kontakt zu Menschen als sehr wichtig erlebt. Beim reflektierenden Beobachten liegt der Fokus auf dem Verständnis von Ideen und der Beobachtung und Beschreibung von Situationen. In der Phase der abstrakten Konzeptionalisierung werden allgemeingültige Theorien entwickelt oder angewandt, die Phase ist von einem wissenschaftlichen Herangehen an die Probleme gekennzeichnet. Beim aktiven Experimentieren liegt der Fokus auf der direkten

Veränderung konkreter Situationen und der praktischen Anwendung von Wissen und Fertigkeiten.

Jeweils zwei der beschriebenen Stufen bilden die Pole auf einer Dimension. Die Dimension des Aufnehmens von Informationen (Prehension) hat die beiden Pole „Konkrete Erfahrung“ und „Abstraktes Konzeptionalisieren“. Erfahrungen können also im einen Extrem durch die Sinne des Menschen (sehen, hören, fühlen) gemacht werden (apprehension) oder durch geistige Leistungen wie analytische Erkenntnisse (comprehension).

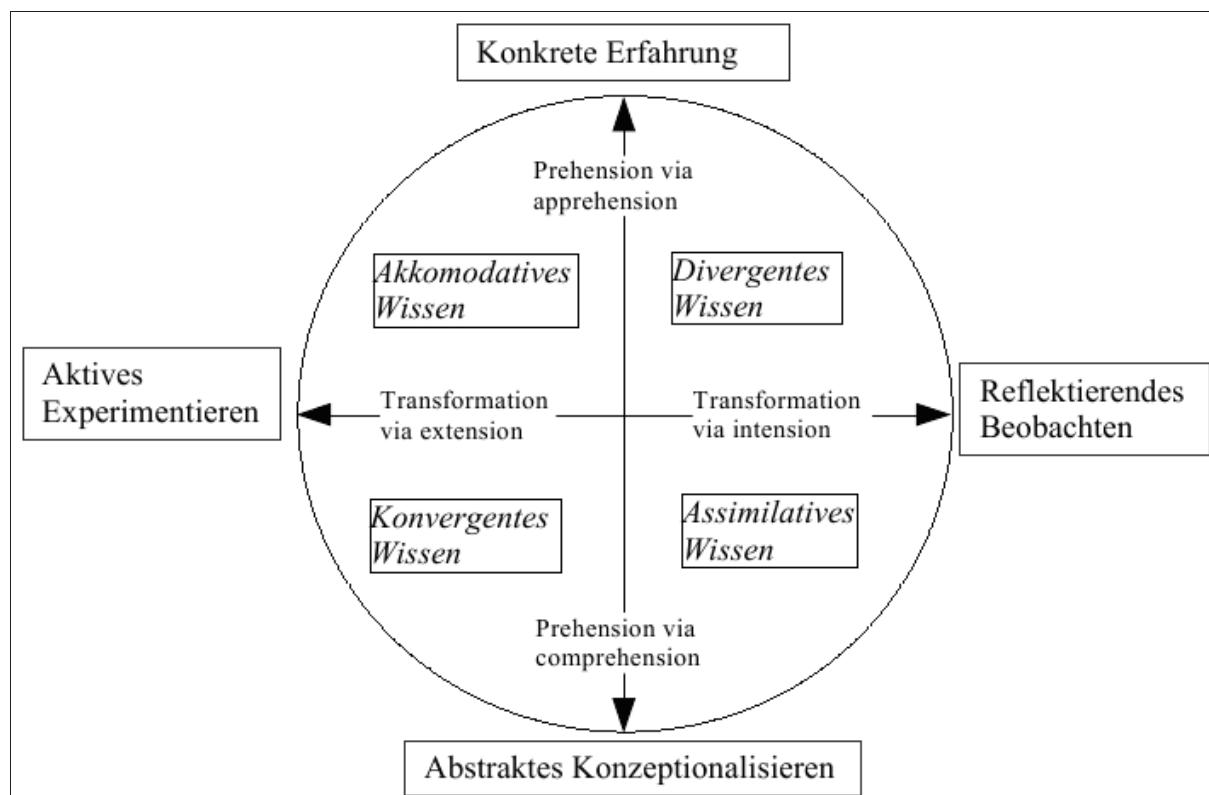


Abb. 5.1: Der Kreislauf des erfahrungsorientierten Lernens (nach Kolb 1984, S. 42, Übersetzung RL)

Die andere Dimension beschreibt die Verarbeitung der Erfahrungen (Transformation). Diese kann entweder über nach innen gerichtete Beobachtungen (intension) oder durch Handeln, das auf die äußere Welt gerichtet ist, geschehen (extension) (Kolb 1984, S. 40ff.).

Wissen entsteht also aus der Kombination der Aufnahme und Verarbeitung von Erfahrungen. Da sowohl bei der Aufnahme als auch bei der Verarbeitung zwei dialektisch entgegengesetzte Formen existieren, können vier unterschiedliche Arten des Wissens entstehen. Durch die Kombination der sinnlichen Erfahrungsaufnahme (apprehension) und der nach innen gerichteten Verarbeitung (intension)

entsteht **divergentes Wissen**. Bei einer Kombination der Aufnahme der Erfahrung durch analytische Erkenntnisse (comprehension) und nach innen gerichteter Verarbeitung (intension) entsteht **assimilatives Wissen**. Werden Erfahrungen durch geistige Leistungen (comprehension) gemacht und durch Handlungen, die auf die äußere Welt gerichtet sind (extension), verarbeitet, bezeichnet Kolb das entstehende Wissen als **konvergentes Wissen**. **Akkomodatives Wissen** entsteht durch die Aufnahme der Erfahrung über Sinneseindrücke (apprehension) und die Verarbeitung über nach außen gerichtete Handlungen (extension) (Kolb 1984, S. 41f.).

Die vier Arten des Wissens, die ohne Auflösung der dialektischen Widersprüche der beiden Dimensionen entstehen, sieht Kolb als defizitär. Durch die Auflösung der Widersprüche ist es möglich, eine qualitativ höhere Stufe des Lernens zu erreichen. Diese Aufhebung der Widersprüche wird erreicht, wenn alle vier Phasen mit vergleichbarer Qualität durchlaufen werden. Die beste Form des Lernens entsteht, wenn alle vier Arten der Aufnahme und Verarbeitung von Erfahrung genutzt werden. Diese Auflösung der Widersprüche modelliert Kolb im Lernkreislauf. Dabei durchlaufen Lernende während des Lernprozesses alle vier Phasen des Lernkreislaufs. Der Lernprozess kann zwar in jeder der Phasen beginnen, um erfolgreich zu lernen müssen aber alle vier Phasen durchlaufen werden (Kolb 1984, S. 66).

5.3 Individuelle Unterschiede – die Lernstile

Das oben beschriebene Ideal eines Lernenden, der alle Phasen des Lernprozesses mit gleicher Intensität durchläuft, sieht Kolb nicht als gegeben. Vielmehr geht er davon aus, dass Individuen aufgrund bisheriger Lernerfahrungen bestimmte Phasen des Lernprozesses präferieren. Analog zu den vier Arten des Wissens und auf Basis umfangreicher Studien definiert er ursprünglich vier Lernstile (Kolb 1984, S. 76f.).

Die Bezeichnungen der Lernstile gehen einerseits auf Piagets Definition von Intelligenz als Balance zwischen Akkommodation und Assimilation, andererseits auf Guilfords Strukturmodell der Intelligenz zurück. In Guilfords Strukturmodell wird mit divergenter Produktion die Entwicklung einer Vielzahl von alternativen logischen Folgen aus einer gegebenen Information und mit konvergenter Produktion die Ableitung logischer Schlüsse aus einer gegebenen Information bezeichnet (Osland, Rubin, Kolb & Turner 2007).

1. Divergenter Lernstil: Der divergente Lernstil sammelt konkrete Erfahrungen (KE) und verarbeitet sie mittels reflektierender Beobachtungen (RB). Die

Stärke dieses Lernstils liegt in der Fähigkeit zur Imagination. Er zeichnet sich weiterhin durch seine Sensitivität für Werte und Bedeutungszusammenhänge aus. Konkrete Situationen aus verschiedenen Blickwinkeln zu betrachten und vielfältige Beziehungen zu einem bedeutungsvollen Gesamtbild zu integrieren sind weitere Stärken dieses Lernstils. Die Veränderung kognitiver Strukturen wird beim divergenten Lernstil eher über Beobachtung als über aktives Handeln bewirkt. Situationen, in denen alternative Ideen und Lösungsansätze erstellt werden müssen, liegen Personen, die diesen Lernstil präferieren, besonders. Das Interesse an anderen Menschen ist sehr ausgeprägt (Kolb 1984, S. 77f.).

2. Assimilierender Lernstil: Bei diesem Lernstil werden Erfahrungen über abstrakte Begriffsbildung (AB) erlangt. Verarbeitet werden sie wie beim divergenten Lernstil über reflektierendes Beobachten (RB). Die Stärken des assimilierenden Lernstils liegen im induktiv-schlussfolgernden Denken sowie darin, widersprüchliche Beobachtungen in ein theoretisches Modell zu integrieren. Der präzise, logische und widerspruchsfreie Aufbau von Konzepten ist für diesen Lernstil wichtiger als die praktische Relevanz des Lernstoffs. Der Umgang mit theoretischen Konzepten liegt Menschen, die diesen Lernstil favorisieren, mehr als der Umgang mit Menschen (Kolb 1984, S. 78).
3. Konvergenter Lernstil: Personen, die den konvergenten Lernstil präferieren, nehmen Erfahrungen über die abstrakte Begriffsbildung (AB) auf. Sie verarbeiten sie über aktive Experimente (AE) in der Umwelt. Die Stärke dieses Lernstils liegt in der praktischen Anwendung von Ideen und Konzepten, dem Problemlösen und Treffen von Entscheidungen. In Situationen, in denen das Verfolgen einer klaren Strategie zum Erreichen eines klar definierten Ziels am meisten Erfolg verspricht, können sich diese Stärken am meisten entfalten. Zur Lösung spezifischer Probleme werden bei diesem Lernstil hypothetisch-deiktive Denkstrategien angewandt. Die Kontrolle des eigenen emotionalen Ausdrucks ist eine weitere Stärke dieses Lernstils. Personen, die diesen Lernstil präferieren, beschäftigen sich eher mit technischen Problemen als mit sozialen oder interpersonalen Fragestellungen (Kolb 1984, S. 77).
4. Akkommodativer Lernstil: Bei diesem Lernstil werden die Erfahrungen in konkreten Situationen gesammelt (KE). Die Verarbeitung erfolgt über aktives Experimentieren (AE). Seine Stärken liegen im konkreten Handeln, der Umsetzung von Plänen und dem Erreichen von Zielen. Außerdem ist dieser Lernstil durch die Bereitschaft gekennzeichnet, sich unvorbereitet neuen Erfahrungen zu stellen. Personen, die diesen Lernstil favorisieren, neigen dazu, Risiken einzugehen und Probleme über Versuch und Irrtum zu lösen. In Situationen, in denen Konzepte und Pläne nicht zielführend sind, können sie ihr

Improvisationstalent zur Geltung bringen und auf Basis der Informationen analytisch veranlagter Mitarbeiter intuitiv und spontan entscheiden. Aufgrund ihres Aktionsdrangs wirken Menschen, die diesen Lernstil präferieren, auf andere gespannt und ungeduldig (Kolb 1984, S. 78).

5.4 Neue Lernstile

Neben diesen ursprünglichen Hauptstilen sieht Kolb auch Belege für fünf weitere Stile. Vier davon gehen bereits auf Arbeiten aus den 1980er-Jahren eines Teams um David Hunt (Abbey, Hunt & Weiser, 1985; Hunt 1987) zurück, wurden jedoch in der Literatur nur sehr selten rezipiert. Kolb selbst übernimmt sie ebenfalls erst spät in sein Theoriegebäude (Kolb & Kolb 2005b). Da diese vier Stile auch in der restlichen Literatur nur sehr selten verwendet werden, werden sie hier nur kurz dargestellt:

Hunt konnte Belege dafür finden, dass Menschen auf einer der beiden Achsen (Informationsaufnahme und Informationsverarbeitung) keine Präferenz aufweisen und nur auf der anderen Achse eine messbare Präferenz zeigen. Hunt bezeichnet diese neuen Stile nach ihrer Position im Lernkreislauf als „Nordener“ (auf der Achse der Informationsverarbeitung ist keine Präferenz feststellbar, bei der Informationsaufnahme werden konkrete Erfahrungen bevorzugt), „Southener“ (auf der Achse der Informationsverarbeitung ist keine Präferenz feststellbar, bei der Informationsaufnahme wird abstraktes Konzeptionalisieren bevorzugt), „Easterner“ (auf der Achse der Informationsaufnahme ist keine Präferenz feststellbar, bei der Informationsverarbeitung werden reflektierende Beobachtungen bevorzugt) und „Westerner“ (auf der Achse der Informationsaufnahme ist keine Präferenz feststellbar, bei der Informationsverarbeitung wird aktives Experimentieren bevorzugt) (Hunt 1987).

Den fünften Lernstil bildet das oben beschriebene Ideal eines Lernenden, der beide Achsen ausbalanciert. Kolb, Boyatzis und Mainemelis konnten diesen Lernstil erstmals in einer Studie aus dem Jahr 2002 nachweisen. Auch dieser Stil wurde in anderen Studien bisher kaum identifiziert und wird von Instrumenten zur Lernstilermittlung nicht explizit gemessen. Lediglich in einzelnen kleinen Studien konnte nachgewiesen werden, dass eine geringere Fixierung auf einen Lernstil und die damit einhergehende größere Flexibilität eine Verbesserung der Lernleistung nach sich ziehen könnte (Solvie & Kloek 2007). Aufgrund der geringen empirischen Basis der neuen Lernstile wird in der folgenden Darstellung die klassische Theorie des erfahrungsorientierten Lernens verwendet und die neuen Lernstile werden nicht weiter berücksichtigt.

5.5 Stabilität der Lernstile

Die Ausprägung eines bestimmten Lernstils bei einer Person entwickelt sich im Laufe ihres Lebens. Kolb sieht diese Ausprägung weder als feste, quasi genetische Eigenschaft, noch als beliebig wechselnde Präferenz. Er präferiert den Begriff Zustand (state) für sie. Dabei rekurriert er auf Ansätze aus der Differenziellen Psychologie, namentlich das Modell des „possibility processings“ nach Tyler (1978). Dieses geht davon aus, dass Menschen die Fülle an Reizen und Möglichkeiten, sich zu verhalten, nicht kontinuierlich bearbeiten können. Daher entwickeln sie „Programme“ – unbewusst ablaufende geistige Prozesse –, um bestimmte Informationen aus der Umwelt automatisch zu verarbeiten. Viele dieser „Programme“ sind dabei allen Menschen gemeinsam, andere von der bewohnten Kultur oder Subkultur geprägt. Es gibt aber auch Programme, die beim entsprechenden Individuum einzigartig sind. Diese sind die Basis für die Diversität der Menschen (Kolb 1984, S. 64ff.).

Da es das Ziel von Wissenschaft ist, allgemeingültige Regeln für Sachverhalte zu entwickeln oder zu entdecken, versuchte auch die Psychologie, die Diversität von Menschen ontologisch zu erfassen. Schon in der Antike wurden erste Typologien der Menschen entwickelt. Als bedeutendste Typologie für die Moderne sieht Kolb die Psychologischen Typen von C.G.Jung (1921). In dieser Typologie unterscheidet Jung die Menschen nach ihrem Verhältnis zur externen Welt (extrovertiert oder introvertiert), ihrer Entscheidungsfindung (beurteilend oder wahrnehmend), ihrer Wahrnehmung (über die Sinneskanäle oder Intuition) und die Beurteilung von Informationen (denkend oder fühlend). In Vergleichsstudien, in denen die Probanden mit dem MBTI (einem Instrument zur Ermittlung der Jung'schen Persönlichkeitstypen) und dem LSI (dem Instrument zur Erhebung der Kolb'schen Lernstile) getestet wurden, konnten Korrelationen zwischen den beiden Modellen erkannt werden (Taylor 1973, Wynne 1975, Margerison & Lewis 1979). Besonders aus der Arbeit von Margerison und Lewis leitet Kolb eine Verknüpfung zwischen den beiden Modellen her. Er sieht Korrelationen zwischen dem akkommodativen Lernstil und dem extrovertierten Persönlichkeitstyp, der Informationen über seine Sinneskanäle wahrnimmt, dem divergenten Lernstil und dem introvertierten Typ, der Informationen gefühlsorientiert verarbeitet, dem assimilativen Lernstil und dem introvertierten und intuitiven Typ sowie zwischen dem konvergenten Lernstil und dem extrovertierten Persönlichkeitstyp, der Informationen über rationale Gedanken beurteilt (Kolb 1984, S. 78ff.).

Diese Zusammenhänge legen eine relative Stabilität der Lernstile nahe, Kolb sieht aber auch das Potenzial, dass Individuen ihre Lernstile verändern bzw. an aktuelle Situationen anpassen. Er geht davon aus, dass sich die Lernstile im Laufe des

Lebens durch unterschiedliche Einflüsse entwickeln und dabei verstärkt werden, wenn sie sich bewähren oder, so sie sich nicht bewähren, entsprechend anpassen. Die erste Entwicklung von Lernstilen wird durch die schulische Bildung begünstigt. Entsprechend den in dieser Zeit entwickelten Vorlieben für bestimmte Fächer bildet sich die Präferenz für einen Lernstil heraus. Kolb belegt dies an Korrelationen zwischen den gewählten Hauptfächern bei Collegestudenten und ihren Lernstilen. Dabei geht er davon aus, dass die unterschiedlichen wissenschaftlichen Disziplinen und ihre Lehrmethoden mit bestimmten Lernstilen korrespondieren (Hudson 1976). Die gewählte berufliche Karriere ist ein weiterer wichtiger Punkt in der Entwicklung des Lernstils. Dabei geht Kolb auf der Basis mehrerer Studien (z. B. Plovnick 1974, Sims 1980, Pigg, Busch & Lacy 1978) davon aus, dass je nach Lernstil bestimmte Berufe bevorzugt werden. Ebenso korrespondiert die Rolle, die man im momentanen Arbeitsverhältnis einnimmt, mit dem Lernstil (Weisner 1971, Osland et al. 2007). Die Fähigkeit, sich in der Bearbeitung einer aktuell zu verrichtenden Tätigkeit anzupassen, bestimmt ebenfalls den Lernstil (Kolb 1984, S. 85ff.).

Im Laufe des Lebens eines Menschen prägen also verschiedenste Situationen den Lernstil. Die Stabilität entsteht durch die Konsistenz der Interaktionsmuster mit der Welt. Der aktuelle Lernstil ist als Summe all der oben beschriebenen Einflüsse zu sehen, die auf das Individuum bisher gewirkt haben. Es ist also von einer gewissen Stabilität des Lernstils bei Erwachsenen auszugehen, die jedoch an aktuelle Herausforderungen anpassbar ist. Wenn die in vorherigen Situationen erlernten Verhaltensweisen modifiziert werden müssen, erscheint dies anstrengender als die Reproduktion internalisierter Verhaltensweisen. Kolb sieht die Lernstile nicht idealistisch als gegebene Persönlichkeitseigenschaften, sondern kontextualistisch als von Persönlichkeitseigenschaften und Erfahrungen mit der äußeren Welt geprägte Zustände (Kolb 1984, S. 95ff.).

Zur Erklärung dieser Wirkungen führt Kolb in neueren Werken das Konzept der Lernräume (learning spaces) ein. Eine wichtige Basis dafür ist das Konzept der Lebensräume (life spaces) und die Feldtheorie von Lewin. Dieser geht davon aus, dass das Verhalten einer Person eine Funktion aus ihrer Persönlichkeit und den Umwelteinflüssen ist, denen sie ausgesetzt ist. Das Handeln einer Person wird durch die verschiedenen Kräfte eigener Bedürfnisse und externer Notwendigkeiten bestimmt. Dieses Konzept reichert Kolb noch um das soziologische Verständnis des Mikrosystems, Exosystems und Makrosystems nach Bronfenbrenner (1977, 1979) an. Dabei beschreibt das Mikrosystem den unmittelbaren Nahraum des Lernenden, das Exosystem die informellen und formalen Beziehungssysteme, in denen sich der Lernende befindet, und das Makrosystem die Werte der umgebenden Kultur. Mit Anleihen aus der Theorie des situierten Lernens (Lave &

Wenger 1991) belegt er weiter die soziale Eingebundenheit des Lernens. Diese unterschiedlichen Quellen bedingen die Abhängigkeit der Stabilität des Lernstils sowohl von externen Faktoren als auch von persönlichen Eigenschaften und sind so die Determinanten der Stabilität der Lernstile (Kolb & Kolb 2005b).

Die Frage, inwieweit die Lernstile bei Individuen über längere Zeit stabil sind, war auch häufig Gegenstand von Studien. Da eine Untersuchung einer Population mit demselben Instrument an mehreren Zeitpunkten Aussagen über die Retest-Reliabilität des verwendeten Instruments zulässt, wurden viele dieser Studien unter dem Blickwinkel der Überprüfung des Learning Style Inventory (LSI) durchgeführt. Diese Studien werden in dieser Arbeit im Kapitel 5.8 behandelt. An dieser Stelle sind die Arbeiten von Geiger und Pinto (1991) erwähnenswert, die über drei Jahre 40 Studenten mit der zweiten Version des LSI untersucht haben. Dabei stellten sie fest, dass die Unterschiede bei den Lernstilen über diese Zeit signifikant, die Unterschiede zwischen den Testzeitpunkten auf den beiden Achsen (Aufnahme und Verarbeitung) des Lernkreislaufs aber nicht signifikant waren. Sie schlossen daraus, dass in den drei Jahren die Probanden, die auf einer Achse bereits zu Beginn nicht deutlich einen Pol präferierten, im Laufe der Zeit ihre Präferenz leicht zum anderen Pol verlegt haben. Dies würde die These von Kolb, dass die Lernstile zwar relativ stabil, aber durchaus noch änderbar sind, stützen. Obwohl Ruble und Stout (1992) an den Ergebnissen von Geiger und Pinto kritisierten, dass sie auf falsch berechneten Tests (parametrische Verfahren für Daten, die nicht intervallskaliert vorlagen) basierten, konnten sie ihre Ergebnisse zumindest soweit stützen, dass sie auch bei nicht parametrischer Testung beinahe signifikant waren (Geiger & Pinto 1992).

In eine ähnliche Richtung gehen die Ergebnisse von Loo (1997). Über einen Zeitraum von 10 Wochen wurden 155 Studenten mit der ersten Version des LSI zweimal getestet. Dabei waren die Ergebnisse auf den Skalen des Lernkreislaufs stabil. Allerdings thematisiert Loo die methodische Schwierigkeit, die Veränderungen von Individuen mit aktuellen statistischen Verfahren zu messen, da diese auf Gruppenunterschiede ausgelegt sind und leicht den Blick auf individuelle Unterschiede verstehen können.

Einen weiteren Hinweis auf die Stabilität der Lernstile bietet Furnham (1992), der die Persönlichkeitsdimensionen von Eysenck mit Lernstilen nach Kolb in einer kleinen Studie ($n=35$) korrelierte. Dabei stellte er signifikante Korrelationen fest, allerdings lediglich auf einem mittleren Effektstärkenniveau.

Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass zumindest über einige Wochen die Lernstile stabil sind. Die Verbindung zwischen Lernstilen und Persönlichkeitstypen legt

einerseits eine höhere Stabilität nahe, andererseits scheint diese Verbindung nicht so stark zu sein, dass man Lernstile als Persönlichkeitseigenschaft definieren könnte. Die Annahme von Kolb, dass die vielen Erlebnisse in Leben eines Menschen die Lernstile formen und je fester sie geformt wurden, desto schwieriger eine Änderung ist, wird durch diese Ergebnisse gestützt. Für die vorliegende Arbeit ist vor allem relevant, dass der Lernstil für die Dauer einer Schulung stabil ist. Dieses Kriterium scheinen die Lernstile nach Kolb zu erfüllen.

5.6 Didaktische Implikationen

Unabhängig von den spezifischen Erfordernissen einzelner Lernstile postuliert Kolb einige Prämissen für die optimale Gestaltung von Lernräumen, um erfahrungsorientiertes Lernen zu unterstützen. Er hält es für absolut erforderlich, Respekt für die Lernenden und ihre Erfahrungen zu zeigen. Weiter soll die Vermittlung der Lerninhalte von den Erfahrungen der Lernenden ausgehen. Die Lernatmosphäre soll angenehm gestaltet werden und Raum geben, die Inhalte zu diskutieren. Es sollen Möglichkeiten bestehen, Expertisen zu entwickeln und sowohl durch Handeln und dessen Reflexion als auch durch Denken und Fühlen zu lernen. Die Möglichkeit, dass die Lernenden ihre Persönlichkeit in den Lernprozess einbringen und für ihren eigenen Lernprozess Verantwortung übernehmen, soll ebenfalls gegeben sein (Kolb & Kolb 2005b).

Die unterschiedlichen Stärken und Schwächen der einzelnen Lernstile implizieren darüber hinaus, dass die didaktische Gestaltung von Lernangeboten für die jeweiligen Lernstile unterschiedlich sein sollte. Kolb (1984) geht davon aus, dass jede Lernumgebung in unterschiedlichem Maß die vier Phasen des Lernprozesses unterstützt. Er definiert daher Eigenschaften von Lernumgebungen, die für die jeweiligen Phasen des Lernprozesses unterstützend wirken. In späteren Forschungen (Dzakiria, Razak & Mohammed 2004, Liegle & Janicki 2006, McLoughlin 1999, Richmond & Cummings 2005, Sims & Sims 1995) wurden diese Eigenschaften, teilweise auf der Basis empirischer Untersuchungen, ergänzt und differenzierter betrachtet.

Ein anderer Ansatz der Forschung (Bremer 2000, Buch & Bartley 2002, Federico 2000, Jonassen & Grabowski 1993, Sein & Robey 1991) ist, die didaktischen Präferenzen der einzelnen Lernstile zu ermitteln und daraus Leitlinien für die Gestaltung von Lernumgebungen abzuleiten. Dabei werden nicht die einzelnen Phasen des Lernkreislaufs betrachtet, sondern die Präferenzen der Lernstile, die sich jeweils aus zwei der vier Phasen zusammensetzen.

5.6.1 Lernstilorientierte Gestaltung von Lernumgebungen

Im Folgenden werden die Eigenschaften von Lernumgebungen nach der Theorie des erfahrungsorientierten Lernens dargestellt, anschließend die Präferenzen der einzelnen Lernstile.

Kolb definiert, angelehnt an das Konzept der Lernumgebung nach Fry (1978), vier Arten von Lernumgebungen.

1. Affektive Lernumgebungen: Affektive Lernumgebungen korrespondieren mit der Lernphase der konkreten Erfahrung. Zentrales Merkmal dieser Lernumgebungen ist die Orientierung auf die Aktivität des Lernenden. Dazu wird der Lerninhalt anhand von Praxisfällen und der Simulation realer Situationen vermittelt. Eine zentrale Frage, die im Lernverlauf immer wieder gestellt wird, ist die, wie die Lernenden als fertig ausgebildete Praktiker handeln würden. Das Einbringen und die Diskussion persönlicher Erfahrungen, von Gefühlen und Eindrücken ist ein wichtiger Bestandteil des Lernens. Die spezifischen Lernaktivitäten werden kurzfristig an die Bedürfnisse der Lernenden angepasst. Die Lehrpersonen fungieren in solchen Lernumgebungen als Rollenvorbilder und treten eher kollegial als autoritär auf. Das Feedback an die Lernenden ist personalisiert und kann von den Lehrpersonen ebenso geäußert werden wie von den anderen Teilnehmern (Kolb 1984, S. 198). Die Bedeutung von Erfahrungen aus der Praxis wird von Dzakiria et al. (2004) und Sims und Sims (1995) ebenfalls hervorgehoben. Als wichtige Elemente einer affektiv gestalteten Lernumgebung heben Sims und Sims (1995) außerdem die Nutzung von Originalmaterial, Filmbeispielen und Experteninterviews hervor. Richmond und Cummings (2005) fordern speziell für computerunterstützte affektive Lernumgebungen, dass sie interaktive Tutorials, die autonomes Handeln erfordern, enthalten sollten. Weiterhin sollte die Kommunikation mittels synchroner Kommunikationsformen erfolgen und das Feedback für erledigte Aufgaben personalisiert von Mitlernenden und Lehrenden erfolgen. In solchen Lernumgebungen sollte der Lehrende die Rolle als Coach oder Helfer einnehmen. Auch die Ergebnisse von Sahin (2008) legen nahe, dass affektive Lernumgebungen kollaborative Elemente und Aktivitäten in realen Situationen enthalten sollten. Darüber hinaus könnten auch kollaborativ zu bearbeitende Simulationen in solchen Lernumgebungen angebracht sein.
2. Wahrnehmungsorientierte Lernumgebungen: Wahrnehmungsorientierte Lernumgebungen unterstützen vor allem die Lernphase des reflektierenden Beobachtens. Dabei ist das vorrangige Ziel dieser Lernumgebungen, den Lernenden zu ermöglichen, die Beziehungen zwischen Sachverhalten zu er-

kennen und Probleme definieren zu können. Bei der Betrachtung der Probleme sollen die Lernenden die Möglichkeit haben, ihre eigene Perspektive zu entwickeln. Dabei werden sie durch die Betrachtung einer Problemstellung aus möglichst vielen Blickwinkeln (Experten, Literatur) und auf unterschiedlichen Wegen (beobachten, hören, schreiben, diskutieren) unterstützt. Beim Lösen der gegebenen Problemstellungen ist der Lösungsweg wichtiger als die Lösung und individuelle Unterschiede in der Aufgabenbearbeitung sind erwünscht. Die Lernenden können ihre Erfolgskriterien selbst definieren und das Feedback an sie hat eher die Form von Vorschlägen als Kritik. Der Lehrende nimmt die Rolle des Spiegels und Prozessbegleiters ein (Kolb 1984, S. 198). Darüber hinaus empfehlen Dzakiria et al. (2004) konkret gesammelte Erfahrungen reflektiv zu verarbeiten, beispielsweise einen Aufsatz über einen Feldbesuch anfertigen zu lassen. Sims und Sims (1995) beschreiben als Gestaltungselemente von wahrnehmungsorientierten Lernumgebungen deduktive Vorlesungen, Diskussionen und das Erstellen von Literaturreviews. In der Gestaltung von computerunterstützten wahrnehmungsorientierten Lernumgebungen fordern Richmond und Cummings (2005) ein großes Archiv an Online-Literatur und das Bereitstellen von Vorlesungen. Der Fokus der Gestaltung der Lernmaterialien sollte auf der Interpretation von Inhalten liegen. Die Kommunikation sollte in asynchronen Chatsystemen stattfinden und das Feedback durch den Lehrenden mit anderen Lernenden beinhalten. Die Rolle des Lehrenden ist die eines Experten, der wenig Kritik übt.

In einer Studie über das Navigationsverhalten von Lernenden in computerunterstützten Lernumgebungen stellten Liegle und Janicki (2006) fest, dass Lernende, die hohe Werte auf der Skala des reflektierenden Beobachtens erreichen, bessere Ergebnisse erzielen, wenn sie den vorgegebenen Lernpfad nicht verlassen.

3. Symbolisch-abstrakte Lernumgebungen: Symbolisch-abstrakte Lernumgebungen korrespondieren mit der Lernphase der abstrakten Begriffsbildung. Sie sind vor allem für die Lösung von Problemen geeignet, für die es exakt eine richtige Lösung gibt. Dabei liegen die Probleme meist nicht real, sondern abstrakt vor und werden über Lesen, Hören oder Sehen erschlossen. Dabei werden die Lernenden von externen Regeln wie Symbolen, Fachsprache oder Computer-technologie geleitet. Daraus ergibt sich, dass sich die Lernenden an die vorher gelernten Regeln erinnern müssen, um den Stoff erfolgreich zu lernen. Der Lehrende nimmt eine sehr autoritäre Rolle ein, in der er über Zeit- und Aufgabenplanung entscheidet. Er ist der akzeptierte Repräsentant des Wissenssystems. Die Ergebnisse von Aufgabenbearbeitungen beurteilt er anhand objektiver Kriterien, entsprechend richtet sich das Feedback danach, was die

richtige oder beste Lösung für das Problem ist (Kolb 1984, S. 198f.). Dzakiria et al. (2004) und Sims und Sims (1995) sehen weiterhin die Fokussierung auf das Erlernen von theoretischen Konzepten, das Aufbauen und Diskutieren von Hypothesen sowie die Beschäftigung mit Expertenlösungen als wichtige Elemente symbolisch-abstrakter Lernumgebungen an. In der computerunterstützten Anwendung dieser Lernumgebung sollte nach Richmond und Cummings (2005) darauf geachtet werden, die Vorlesungen auf Theorien und Konzepte zu konzentrieren und mit Multiple-Choice-Quiz, Tests und Fallstudien zu arbeiten. Die Evaluation der Lernenden richtet sich auch hier nach objektiven Kriterien, der Lehrende wird als Autorität akzeptiert. Nach Sahin (2008) sollte jedoch darauf geachtet werden, den Lerninhalt in diesen Lernumgebungen an authentischen Problemstellungen zu orientieren.

4. Verhaltensorientierte Lernumgebungen: Verhaltensorientierte Lernumgebungen orientieren sich an der Lernphase des aktiven Experimentierens. Das hauptsächliche Ziel dieser Lernumgebungen ist es, erlerntes Wissen an einem realen Problem auszuprobieren. Wichtig hierbei ist der Realitätsbezug des gestellten Problems. Dabei muss zu dem gestellten Problem keine Musterlösung existieren, es ist aber wichtig, dass der Lernende sich damit identifizieren kann, um durch die Lösung des Problems ein Erfolgserlebnis zu erhalten. Die Problemlösung hat den Fokus auf dem realen Handeln. Dabei wird der Lernende mit den Auswirkungen seines Handelns konfrontiert und muss kontinuierlich Entscheidungen über die nächsten Schritte seines Vorgehens treffen. Das Zeitmanagement bei der Lösung der Aufgabe wird dabei vom Lernenden selbst übernommen. Der Lehrende hält sich bei dieser Form der Lernumgebung eher im Hintergrund und steht auf Nachfrage als Berater bereit. Die Ergebnisse der Lernenden werden aus der Aufgabe heraus unter dem Blickwinkel der Güte der spezifischen Problemlösung bewertet (Kolb 1984, S. 199). Als unterstützende Maßnahme für diese Lernumgebung nennen Dzakiria et al. (2004) Feldbesuche, Sims und Sims (1995) Simulationen und Rollenspiele als hilfreiche didaktische Elemente. In computerunterstützten Lernumgebungen kann eine verhaltensorientierte Gestaltung durch den Einsatz von strukturierten Gruppenarbeiten und asynchronen Peerdiskussionen erreicht werden. Aufgaben, die auf die Anwendung von Theorien zielen, sind ebenfalls hilfreich. Vorlesungen können bei Lernumgebungen dieser Ausrichtung wenig unterstützen. Der Lehrende wirkt in dieser Lernumgebung als Rollenvorbild, das Feedback wird von den Peers gegeben (Richmond & Cummings 2005). Das Navigationsverhalten in computerunterstützten Lernumgebungen von Lernenden, die hohe Werte auf der Skala „Aktives Experimentieren“ haben, ist von einem häufigen Verlassen des vorgegebenen Lernpfades gekennzeichnet. Diese

Lernenden lernen außerdem sehr gut über entdeckendes Lernen (Liegler & Janicki 2006).

5.6.2 Gestaltungspräferenzen der Lernstile

Neben den Anforderungen an Lernumgebungen, die sich aus den Phasen des erfahrungsorientierten Lernens ergeben, wurde in unterschiedlichen Arbeiten untersucht, welche Anforderungen an eine Lernumgebung durch die unterschiedlichen Lernstile gestellt werden. Die Ergebnisse dieser Studien werden im Folgenden nach Lernstilen geordnet dargestellt.

1. Gestaltungspräferenzen des divergenten Lernstils: Jonassen und Grabowski (1993) entwickeln aus der Theorie des erfahrungsorientierten Lernens folgende Präferenzen von Divergierern bei Lernumgebungen. Diese lernen sehr gut anhand von Beispielen, unterschiedliche Beispiele sollten also bereitgehalten werden. Durch Analogien lässt sich ihr Lernen weiter unterstützen (siehe auch Sein & Robey 1991). Zur Kompensation ihrer Schwächen empfehlen Jonassen und Grabowski, den theoretischen Hintergrund der Problemstellung zu vermitteln und Übungen zum zeitnahen Transfer anzubieten. Auch die Anwendung der Ideen in realen Situationen kann dazu beitragen, die Schwächen dieses Lernstils zu kompensieren. Buch und Bartley haben aus einer Literaturreview Präferenzen dieses Lernstils für Brainstorming (Blackmoore 1996, Motter-Hodgson 1998, Svinicki & Dixon 1995), reflektierende Aktivitäten (Motter-Hodgson 1998), Vorlesungen (Blackmoore 1996), rhetorische Fragen (Blackmoore 1996, Svinicki & Dixon 1995) und das soziale Lernen in Gruppen (Motter-Hodgson 1998) ermittelt. Speziell im Bezug auf computerunterstützte Lernformen ermittelte Federico (2000) in einer breit angelegten empirischen Befragung, dass Divergierer dem Lernen mit dem Computer an sich relativ positiv gegenüberstehen und gut strukturierte Inhalte, kleine Stoffeinheiten, Unterstützung durch visuelle Hilfsmittel und ein aufgelockertes Design wünschen. Bei der didaktischen Gestaltung sollten allgemeine Prinzipien auf spezifische Probleme angewandt werden. In einer kleineren Studie an deutschen Universitätsstudenten ermittelte Bremer (2000) eine hohe Teilnehmerrate von Divergierern an E-Learning-Angeboten. Die höchste Lernzufriedenheit hatten diese bei der Bearbeitung von Gruppenaufgaben, aber auch Rollenspiele und Online-Aufgaben unterstützten ihr Lernen. In einer aufwendigen Studie analysierten Fahy und Ally 2005 die Diskussionsbeiträge von Studenten in zwei virtuellen Lernangeboten. Sie kamen zu dem Schluss, dass Divergierer am wenigsten an den Diskussionen teilgenommen haben. In einer ähnlichen Richtung weisen Ergebnisse von Staemmler (2006). In einem Ver-

gleich zweier virtueller Lernumgebungen und des Lernerfolgs von Personen mit unterschiedlichen Lernstilen stellte er fest, dass Divergierer am besten in Lernumgebungen mit einem geringen Niveau an Interaktivität lernen.

2. Gestaltungspräferenzen des assimilativen Lernstils: Der assimilative Lernstil bevorzugt ein didaktisches Design, in dem die Instruktion induktiv hergeleitet wird. Wenn es möglich ist, sollte die Instruktion in Analogien und Metaphern gehalten werden. Die Erarbeitung des Lernstoffs sollte durch unterschiedliche Informationsquellen unterstützt und geeignete Methoden zur Strukturierung des Wissens (z. B. Mindmaps) angeboten werden. Die Schwächen dieses Lernstils sollten durch die Anwendung realer Beispiele und Bilder zur Verdeutlichung des Stoffs zu kompensieren versucht werden (Jonassen & Grabowski 1993). Das Lernen des assimilativen Lernstils wird weiterhin durch autarke Lernhandlungen wie Lesen oder individuelle Reflexion gekennzeichnet (Buch & Bartley 2002). Situationen, in denen der Austausch über private Gefühle im Vordergrund steht, oder Gruppenübungen behindern das Lernen dieses Lernstils (O'Connor 1998, Richter 1992). Eine gute Organisation des dargebotenen Wissens unterstützt dagegen das Lernen (Blackmoore 1996, Buch & Sena 2001). Im Bezug auf computerunterstützte Lernangebote zeigte der assimilative Lernstil bei Federico (2000) das größte Interesse an E-Learning-Angeboten. In der Befragung gaben Personen, die den assimilativen Lernstil bevorzugen, an, dass sie von computerunterstützten Angeboten vor allem eine gute Strukturierung der Inhalte, Unterstützung durch visuelle Hilfsmittel, kleine Stoffeinheiten, die logisch aufeinander aufbauen, und eine Förderung des Experimentierens erwarten. Entgegen diesen Ergebnissen stellte sowohl Bremer als auch Fahy und Ally fest, dass die Teilnehmerrate bei dem von ihr untersuchten Angebot unter den Assimilierern sehr gering war, und sie weder an Rollenspielen, noch an Online-Aufgaben oder Gruppenaufgaben Interesse hatten (Bremer 2000, Fahy & Ally 2005). Da das Angebot von Bremer gerade solche Elemente enthielt, kann darüber die geringe Teilnehmerrate erklärt werden, da Gruppenaktivitäten etc. auch in herkömmlichen Veranstaltungen das Lernen von Assimilierern nicht unterstützen. Staemmler (2006) erkennt leichte, nicht signifikante Hinweise darauf, dass Assimilierer von einem hohen Maß an Interaktivität profitieren.
3. Gestaltungspräferenzen des konvergenten Lernstils: Lerner, die den konvergenten Lernstil bevorzugen, lernen am besten, wenn die Instruktionen der Aufgaben deduktiv hergeleitet werden. Weiter wird ihr Lernen dadurch unterstützt, dass sie ihre Lernquellen selbst auswählen und selbst die Lernziele umreißen können. Reale oder simulierte Situationen, in denen das Erlernte angewandt werden kann, unterstützen diesen Lernstil ebenfalls. Zur Kompensation

der Schwächen, die mit diesem Lernstil einhergehen, empfehlen Jonassen und Grabski (1993) den Gedankenprozess mit induktiven Sequenzen zu demonstrieren und Übungen in unterschiedlichen Kontexten anzubieten. Auch die Nutzung von Analogien zur Erklärung können die Schwächen dieses Lernstils kompensieren.

Buch und Bartley (2002) sehen den konvergenten Lernstil als sehr geeignet für computer-based trainings. Dies führen sie auf die Bevorzugung von Kleingruppendiskussionen (Richter 1992) und die selbstständige Beurteilung von Arbeitsergebnissen zurück (Krahe 1993). Außerdem konstatiert Krahe eine Bevorzugung singulärer Problemlösungen bei diesem Lernstil. Situationen, in denen in geschütztem Rahmen mit Versuch und Irrtum gelernt werden kann und in denen es möglich ist, Fehler zu machen (Felder 1996), unterstützen Konvergierer ebenso wie die Nutzung von Datenbankprogrammen, in denen mehrere Szenarien zur Lösung eines Problems ausprobiert werden können (O'Connor 1998).

In Bezug auf computerunterstützte Lernszenarien ermittelte Federico (2000) in einer Befragung, dass Personen, die den konvergenten Lernstil bevorzugen, vor allem die Anwendung von allgemeinen Prinzipien auf spezielle Situationen als Element von computerunterstützten Lehrveranstaltungen erwarten. Auch ist es für sie wichtig, dass die angebotenen Inhalte auf dem Vorwissen der Lernenden aufbauen. Insgesamt standen bei den Befragten die Konvergierer dem E-Learning deutlich skeptischer gegenüber als Assimilierer und Divergierer. Demgegenüber stellte Bremer (2000) fest, dass die Beteiligungsrate von Konvergierern bei ihrer Studie sehr hoch war. Dabei konnten zu den Präferenzen bezüglich Online-Aufgaben und Gruppenaufgaben keine eindeutigen Ergebnisse ermittelt werden, lediglich in Bezug auf Rollenspiele war festzustellen, dass Konvergierer bei diesen nur geringe Zufriedenheitswerte aufwiesen. Auch Staemmlers (2006) Ergebnisse weisen darauf hin, dass Konvergierer von einem geringen Maß an Interaktivität profitieren. Im Widerspruch hierzu engagierten sich in der Studie von Fahy und Ally (2005) Konvergierer am meisten auf der Diskussionsplattform.

4. Gestaltungspräferenzen des akkommodativen Lernstils: Das Lernen von Personen, die den akkommodativen Lernstil bevorzugen, wird durch die Verwendung möglichst vieler konkreter Beispiele und narrativer Sequenzen unterstützt. Ebenso fördert die Fokussierung auf das Handeln statt auf das Denken und die Verknüpfung von Informationen mit persönlichen Erfahrungen ihr Lernen. In Lernangeboten sollte der Inhalt vom Konkreten zum Abstrakten hin entwickelt werden. Um die Schwächen dieses Lernstils zu kompensieren,

empfehlen Jonassen und Grabowski abstrakte Ideen mit Erklärungen zu präsentieren und die Informationsquellen und Lernaktivitäten für die Lernenden vor Beginn der Lerneinheit auszuwählen. Weiter lassen sich die Schwächen durch das Angebot von Analysen zu den Hauptideen des Lerninhalts kompensieren (Jonassen & Grabowski 1993).

Ebenso wie beim Konvergierer leiten Buch und Bartley 2002 für den akkommodativen Lernstil eine Bevorzugung klassischer computer-based trainings aus den Ergebnissen anderer Forschungen her. Danach unterstützen Computersimulationen (O'Connor 1998) und Online-Gruppenarbeit (Motter-Hodgson 1998) sowie Rollenspiele und Beobachtungen (McCarthy 1980) das Lernen dieses Stils. Birkey und Rodman (1995) fanden weiterhin eine Bevorzugung von PC-Berufen bei diesem Stil.

In einer Befragung äußerten Personen, die diesen Lernstil bevorzugen, den Wunsch, dass computerunterstützte Lernangebote von einer geringen Design-dichte und der Verwendung von Grafiken zur Verbesserung des Lernens gekennzeichnet sein sollten. Die Lernenden sollten eine relativ große Kontrolle über die vermittelten Inhalte haben und in den Lerneinheiten sollte das Experimentieren gefördert werden. Insgesamt zeigte sich in dieser Befragung, dass Akkommadierer am wenigsten Interesse an computerunterstützten Lernformen haben (Federico 2000).

In der Studie von Bremer (2000) wiesen Akkommadierer zwar an sich eine geringe Beteiligungsrate auf, profitierten aber von Online-Rollenspielen, Online-Aufgaben und Gruppenaufgaben. Diese Einschätzung wird sowohl durch die Ergebnisse von Fahy und Ally (2005) gestützt, die festgestellt haben, dass akkommative Lerner virtuelle Diskussionsforen schätzen, als auch durch die allerdings nicht signifikanten Erkenntnisse von Staemmler (2006), die bei Akkommadierern höhere Lernerfolge bei hoher Interaktivität vermuten lassen.

5.7 Messung des Lernstils

Um die individuellen Lernstile erheben zu können, entwickelte Kolb (1976) das Learning Style Inventory (LSI). Dabei sollten die Befragten in einer ähnlichen Form antworten, wie sie sich in einer Lernsituation verhalten würden. Sie sollten also die entgegengesetzten Orientierungen zwischen abstrakt und konkret und zwischen aktiv und reflexiv auflösen. Der Test sollte zum einen den Vergleich zwischen Individuen, zum anderen eine Einschätzung, inwieweit ein befragtes Individuum bestimmte Lernmodi bevorzugt, ermöglichen. Er wurde weiterhin als

Selbsteinschätzungsfragebogen konstruiert, da Kolb davon ausging, dass Selbsteinschätzungen die Verhaltensentscheidungen besser reflektieren als beispielsweise Leistungstests. Daher besteht der Test aus zwölf Fragen (in der ersten Version 9 Fragen) mit je vier Antwortalternativen, die der Proband in eine Rangreihenfolge bringen muss, die sein Lernen am besten beschreibt. Jede der Antwortalternativen beschreibt eine Phase des Lernkreislaufs. Dadurch wird die relative Präferenz für die vier Phasen gemessen. Aufgrund unterschiedlicher Kritikpunkte an der Reliabilität der Messergebnisse wurde der LSI zweimal überarbeitet, 1985 das erste Mal, 1999 das zweite Mal.

Der LSI wurde gerade in seinen ersten beiden Versionen häufig auf die Gütekriterien der klassischen Testtheorie untersucht. Das Bild, das die entsprechenden Untersuchungen zeichnen, ist sehr unterschiedlich und reicht von extrem schlechten Reliabilitäts- und Validitätswerten bis zu extrem guten.

Eine der frühesten Studien zur Reliabilität erstellten Freedman und Stumpf 1978 auf der Basis einer sehr großen Stichprobe ($n=1692$). Sie attestierten der ersten Version des LSI sehr geringe Test-Retest-Reliabilität und Konstruktvalidität. Allerdings bestätigten sie durch eine Faktorenanalyse die zwei unabhängigen, bipolaren Skalen. Aufgrund der mäßigen Reliabilität rieten Freedman und Stumpf, die Stimmigkeit entweder des Instruments oder der Theorie des erfahrungsorientierten Lernens zu überprüfen. Kritik an der Reliabilität wurde auch von anderen Autoren geäußert (Lam 1997, Newstead 1992). Sims, Veres, Watson und Buckner stellten 1986 nach dreimaliger Testung innerhalb von fünf Wochen an ihrer Untersuchungsgruppe ebenfalls eine geringe Test-Retest-Reliabilität fest, formulierten jedoch die Hypothese, dies könne darauf zurückzuführen sein, dass die Probanden zum Testzeitpunkt Studenten waren und sich ihr Lernstil gerade im Aufbau befand. Ähnlich äußerte sich Kolb (1981) als Replik auf die Kritik der Reliabilität des LSI, indem er ausführte, dass die Test-Retest-Reliabilität als Gütekriterium aus der Messung stabiler Persönlichkeitsmerkmale für die Messung der Lernstile ungeeignet sei.

In einer Studie zur Überprüfung dieser These an Arbeitnehmern konnten Veres, Sims und Shake 1987 aber auch keine bessere Test-Retest-Reliabilität finden. Allerdings attestierten sie dem LSI-1985 eine sehr gute interne Konsistenz.

Das Problem der Test-Retest-Reliabilität konnte durch eine Arbeit von Veres, Sims und Locklear (1991) geklärt werden, in der sie die Items des LSI-1985 randomisierten. Dadurch stieg die Test-Retest-Reliabilität sprunghaft an. In der Version von 1999 des LSI sind auf Basis dieser Ergebnisse die Items ebenfalls randomisiert worden. Auch die interne Konsistenz war auf einem akzeptablen

Niveau. Willcoxon und Prosser (1996) ermittelten hohe Werte für die interne Konsistenz und fanden in Übereinstimmung der empirischen Ergebnisse mit der Theorie Hinweise auf die Validität des LSI. Demirbas und Demirkhan (2003) ermittelten bei einer Version mit randomisierten Items einen hohen Cronbach's- α -Koeffizienten für den LSI.

Auch die Validität des LSI war Gegenstand unterschiedlicher Forschungsarbeit. 1986 stellte Katz in einer Studie an 739 israelischen Studenten mittels einer Faktorenanalyse und der Guttman's Smallest Space Analyse eine hohe Konstruktvalidität beim LSI fest. Diesen Ergebnissen entgegen stehen die Resultate von Newstead (1992), der in einer ähnlich angelegten Studie in Großbritannien lediglich eine ungefähre Ähnlichkeit der Ergebnisse der Faktorenanalyse mit der aus der Theorie des erfahrungsorientierten Lernens abgeleiteten Skalenstruktur finden konnte.

Eine Faktorenanalyse (Cornwell, Manfredo & Dunlap 1991) der Ergebnisse von 277 Studenten und 40 Jung-Arbeitnehmern mit dem LSI II ergibt, dass eher zwei Faktoren vorliegen, die eine bipolare Dimension bilden. Bei einer Vier-Faktorenlösung verschieben sich die bipolaren Dimensionen von „konkrete Erfahrung – abstraktes Konzeptionalisieren“ und „reflektierendes Beobachten – aktives Experimentieren“ zu den Faktoren „abstraktes Konzeptionalisieren – aktives Experimentieren“ und „konkrete Erfahrung – reflektierendes Beobachten“. Ebenfalls einen Hinweis auf Probleme in der Faktorenstruktur geben die Ergebnisse von Loo (1997). Mittels der Confirmatory-Factor-Analyse versuchte er die Faktorenstruktur des LSI zu bestätigen, was jedoch misslang. Lediglich mit einer einfachen Faktorenanalyse ließ sich die von Kolb postulierte Struktur ermitteln. Als Erklärung für dieses sowie andere Probleme im LSI wurde die ipsative Messung bei den Items herangezogen. Diese sehen auch andere Autoren (Cornwell et al. 1991, De Cantis & Kirton 1996) als Problem des LSI. Durch das erzwungene Rating von vier Antwortalternativen pro Item besteht die Gefahr, Messartefakte zu erzeugen, die künstliche Korrelationen schaffen.

Da der LSI – zumindest bis zur Version 1985 – sehr in der Kritik stand, versuchten einige Studien andere Instrumente zu verwenden oder zu entwickeln. Dabei wurde der Learning Style Questionnaire, den Honey und Mumford (1992) fundiert auf die Theorie des erfahrungsorientierten Lernens entwickelten, häufig eingesetzt (z.B. Allison & Hayes 1988). De Cantis und Kirton (1996) verglichen den LSQ und den LSI in einer Studie mit 185 Managern aus Großbritannien. Dabei wurden unterschiedlich hohe Korrelationen der beiden Instrumente gefunden. Geringe Korrelationen zwischen den beiden Instrumenten wurden durch die bessere Messung von Kolbs Theorie durch den LSQ erklärt. In dieser Studie zeigten sich

auch die guten Reliabilitätswerte des LSQ. Neben dem LSQ wurden weitere Instrumente entwickelt, die aber alle keine so große Verbreitung in der Fachwelt gefunden haben wie das LSI (z. B. Marshall & Merritt 1986, Romero, Tepper & Tetrault 1992).

Trotz der teilweise grundsätzlichen Kritik am LSI wird er inzwischen weitgehend von der Fachwelt angenommen. Dies wird häufig damit begründet, dass auch andere Instrumente zur Messung des Lernstils nicht vollständig reliabel und valide sind (Sheehan & Kearns 1995, Bostrom, Olfman & Sein 1993, McKeachie 1995).

Im deutschen Sprachraum sind vor allem zwei Adaptionen des LSI in Gebrauch. Die eine entstand um das WBO-Team¹ der Universität Hildesheim um Ribold und Asselmeyer (1993), die andere in einer Forschergruppe um Schulmeister (Staemmler 2006). Beide wurden unter Berücksichtigung der Kritik von Honey und Mumford 1992 erstellt, die besagt, dass eine abstrakte Selbsteinschätzung der Lernpräferenzen schwierig ist und Probanden eher in der Lage sind, ihr Verhalten in konkreten Situationen zu beschreiben. Durch Items, die den Befragten entscheiden lassen, inwiefern eine bestimmte Verhaltensweise auf ihn zutrifft, wird das Problem der ipsativen Messung, wie sie im LSI bestand, umgangen. Das Instrument der WBO wurde ursprünglich für den Einsatz im betrieblichen Umfeld entwickelt, Degenhardt (1999) konnte es mit kleinen Modifikationen auch im schulischen Bereich verwenden. Dieses Instrument wird derzeit in umfangreichen Feldtests von Degenhardt optimiert, erste unveröffentlichte Ergebnisse deuten auf brauchbare Reliabilitätswerte und eine hohe externe Validität hin. Das Modell der Gruppe um Schulmeister fand bisher vor allem im universitären Umfeld Verwendung. Die Reliabilitätswerte sind laut Staemmler (2006) brauchbar bis gut, allerdings konnte eine Faktorenanalyse der Ergebnisse einer Stichprobe von n=191 nur drei der vier Lernstile identifizieren. Insofern ist die externe Validität dieses Instruments anzuzweifeln, sofern die Gültigkeit der Theorie von Kolb angenommen wird. Da bei adaptiven Lernumgebungen insbesondere die externe Validität der Messinstrumente von Bedeutung ist, kann derzeit im deutschsprachigen Raum eher zur Verwendung des Instruments der WBO geraten werden. Allerdings findet es sich, genauso wie das Instrument von Staemmler, in Entwicklung und die Zeit wird zeigen, welches Instrument die besseren Reliabilitäts- und Validitätswerte entwickelt.

1 WBO ist ein Akronym für Weiterbildung, Beratung und Organisation.

5.8 Rezeption der Theorie

Die Theorie des erfahrungsorientierten Lernens wurde seit ihrer Entstehung in sehr vielen wissenschaftlichen Arbeiten der verschiedensten Felder verwendet. Inzwischen fasst die Bibliografie zur Theorie, die Kolb auf seiner Internetseite führt, mehr als 1800 Einträge. In einem Aufsatz von 2001 analysieren Kolb und Kollegen die 990 Arbeiten, die bis zu diesem Zeitpunkt veröffentlicht wurden. Dabei stellen sie fest, dass die meisten der Arbeiten im Feld der Pädagogik verfasst wurden. Sie wurden aber auch im Bereich des Managements, der Informatik, der Psychologie, der Pflegewissenschaft und Medizin verwendet. Nach einer Metastudie von Hickcox (1991) unterstützten 61,7% der darin untersuchten Arbeiten die Theorie vollständig, 16,1% unterstützten sie teilweise und 22,2% lehnten sie ab. Iliff (1994) analysierte 101 quantitative Untersuchungen zu der Theorie und nach dem Evaluationsformat von Hickcox unterstützten davon 49 die Theorie stark, 40 teilweise und 12 nicht (Kolb, Boyatzis & Mainemelis 2001).

Diese große Verbreitung und relativ weite Zustimmung zeigt die Relevanz dieser Theorie. Ein Hauptpunkt der immer wieder geäußerten Kritik betrifft die psychometrischen Eigenschaften des LSI. Allerdings gibt es gerade in neuester Zeit auch Kritik an der Theorie an sich. Garner (2000) kritisiert Kolbs Rezeption der Stabilität der Lernstile. Zum einen sieht er die Nähe der Lernstile zu den Persönlichkeitstypen nach Jung, zum anderen zum possibility processing. Garner geht davon aus, dass sich die Nähe zu beiden innerhalb der Theorie ausschließe. Durch die Nähe der Lernstile zu Persönlichkeitstypen sieht er die Theorie nicht als kontextualistisch an, sondern als idealistisch. Andere Autoren werfen der Theorie aus einem postmodernen Blickwinkel vor, individualistisch, kognitivistisch und technisch zu sein (Vince 1998, Holman et al. 1997).

Auch die Eignung für die Konzeption virtueller Lernumgebungen wird teilweise kritisch gesehen. Lindemann-Matthies, Meyer und Pascke (2006) boten in einer Studie mit 75 Studenten in einer virtuellen Lernumgebung unterschiedliche Medientypen an. Die Auswahl der Studierenden wies keinerlei Zusammenhang zum Lernstil nach Kolb auf und der Lernerfolg hing nicht mit dem Lernstil zusammen. Die Gruppe um Lindemann-Matthies sieht darin einen Beleg dafür, dass Lernstile ein unbedeutender Aspekt der Lernerpersönlichkeit sind.

Die Theorie des erfahrungsorientierten Lernens weist eine breite theoretische Basis auf und wurde in den verschiedensten Kontexten virtuellen Lernens angewandt. Es existiert außerdem eine Vielzahl an Forschungsergebnissen, welche durch didaktische Maßnahmen und Gestaltungselemente das Lernen der jeweiligen Lernstile unterstützen. Teilweise widersprechen sich diese Ergebnisse zwar, trotzdem kann

gerade bei der Gestaltung virtueller Lernumgebungen eine Grundtendenz der didaktischen Vorlieben abgeleitet werden. Die zentrale Kritik an der atheoretischen Lernstilmodellierung in vielen adaptiven Lernumgebungen von Schulmeister (2006) (vgl. Kapitel 1) kann bei einer Fundierung der Adaptivität in die Theorie des erfahrungsorientierten Lernens ausgeräumt werden. Dazu muss die Gestaltung der Lernumgebung jedoch sehr klar an den vorliegenden Ergebnissen orientiert werden. Ein entscheidender Nachteil der Theorie des erfahrungsorientierten Lernens liegt in der Schwierigkeit der empirischen Überprüfbarkeit. Zwar sind inzwischen Testinstrumente entwickelt, die ausreichend reliabel und valide erscheinen, dennoch konnte noch kein finaler Nachweis der Gültigkeit der Theorie geführt werden.

Trotz der dargestellten Einschränkungen eignet sich die Theorie des erfahrungsorientierten Lernens eher für die Erstellung einer adaptiven Lernumgebung als Modell aus der Tradition der Approaches to learn. Die wichtigsten Argumente für diese Entscheidung sind die breite theoretische Fundierung des Modells und die detaillierten didaktischen Hinweise für die Erstellung von Lernumgebungen. Durch die weitgehende Gleichwertigkeit der Lernstile ist eine kohärente Entwicklung einer adaptiven Lernumgebung nach dem Präferenzmodell sinnvoll. Die Schwierigkeiten bei der Lernstilmessung, die oben dargestellt wurden, sind insoweit keine Einschränkung für das geplante Forschungsprojekt als lediglich die Einteilung in Lernstile zu Beginn der Trainingsmaßnahme mit einem Lernstilinventar erfolgen soll, exaktere Abstufungen der Ausprägungen werden jedoch nicht gemessen.

6 Computerbezogene Fertigkeiten

Nachdem in den vorherigen Kapiteln auf Basis theoretischer Erkenntnisse zu Adaptivität und Lernstilen erste Grundlagen bei der didaktischen und technischen Ausrichtung der zu entwickelnden adaptiven Lernumgebung getroffen wurden, gilt es nun, die Bereiche, in denen adaptive Lernumgebungen Auswirkungen zeigen könnten, näher zu untersuchen.

Bei der Gestaltung von Lernangeboten ist neben den lernrelevanten Eigenschaften der Zielgruppe des Lernangebots der zu vermittelnde Inhalt in Betracht zu ziehen. Das Forschungsfeld dieser Arbeit ist ein Teil der Online-Schulung im Rahmen der LiMux-Migration der Landeshauptstadt München (siehe Kapitel 10). Der Lerninhalt besteht aus Fertigkeiten im Umgang mit Computerprogrammen. Welche Besonderheiten das Erlernen dieser Fertigkeiten aufweist und welche didaktischen Ansätze sich als besonders zielführend erwiesen haben, wird im folgenden Kapitel erörtert.

Die Bedienung von Computerprogrammen erfordert sowohl deklaratives als auch prozedurales Wissen. Lernumgebungen, die auf die Computernutzung bezogene Fertigkeiten vermitteln, müssen also beide Wissensarten generieren. Durch die schnelle Fortentwicklung von Softwareprodukten besteht in Unternehmen ein konstant hoher Bedarf an Softwaretrainings. Gupta und Bostrom (2006) verweisen auf Studien aus den USA, wonach dort der größte Anteil der betrieblichen Schulungsausgaben auf Computerschulungen entfällt. Daher ist nicht verwunderlich, dass sich ein eigener Forschungsstrang zum Vermitteln und Erlernen von Fertigkeiten bei der Computernutzung entwickelt hat. Im Folgenden werden die zentralen Theorien aus diesem Bereich dargestellt.

6.1 Modelllernen computerbezogener Fertigkeiten

In der Forschung zum Erwerb computerbezogener Fertigkeiten konnte aufgezeigt werden, dass Lernumgebungen, die nach den Prinzipien des Modelllernens nach Bandura (1986) aufgebaut sind, bessere Resultate zeigen als vortragsbasierte (Bowman, Grupe & Simkin 1995, Bohlen & Ferrat 1997, Compeau & Higgins 1995a), klassische computerunterstützte Instruktionen (Gist, Schwoerer & Rosen 1989) oder Selbststudien (Simon, Grover, Teng & Whitcomb 1996, Simon & Werner 1996). Yi und Davis entwickelten 2003 ein Modell des Computersoftwaretrainings, das auf der Theorie des Modelllernens aufbaut. Dabei gingen sie davon aus, dass der eigentliche Lernprozess von den Trainingsmaßnahmen und interindividuellen Unterschieden, die bereits vor dem Training vorliegen, beeinflusst wird. Der Lernprozeß und die individuellen Unterschiede beeinflussen die

Lernwirkungen bei den Teilnehmern. Die Trainingsmaßnahmen sollten dabei auf die einzelnen Phasen des Lernprozesses abgestimmt sein. In ihrem Aufsatz modellieren Yi und Davis dies exemplarisch anhand der Behaltensphase. Als individuelle Unterschiede beschreiben sie die Motivation der Teilnehmer und deren Selbstwirksamkeitserwartung bezogen auf die zu erlernende Software. Im vorliegenden Modell wurde der allgemeine Lernprozess in die Phasen der Aufmerksamkeitszuwendung, des Behaltens, der motorischen Reproduktion und der Motivation unterteilt (Bandura 1986).

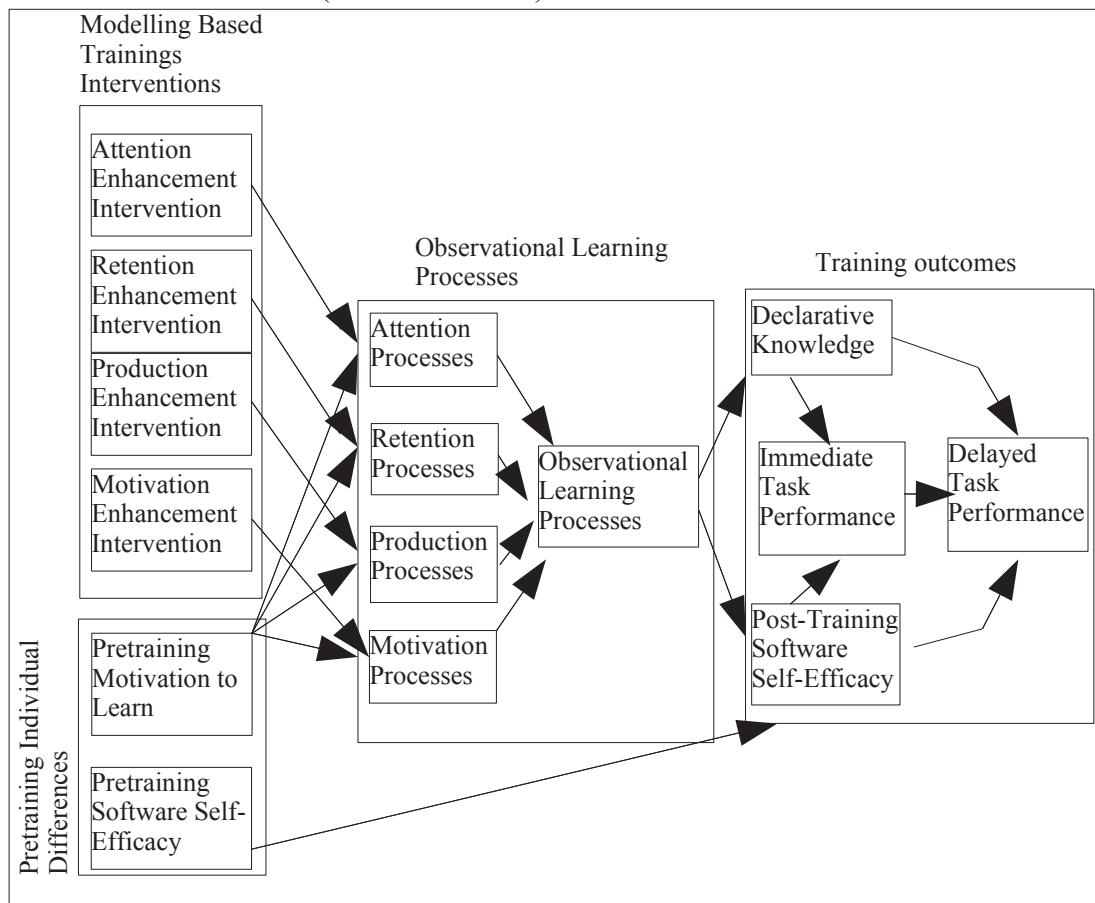


Abb. 6.1: Observational Model of Computer Software Training (nach Yi & Davis 2003, S. 149)

Die Wirkungen des Trainings bestehen nach Yi und Davis aus dem deklarativen Wissen, der Selbstwirksamkeitserwartung bezogen auf die zu erlernende Software, der Leistung bei Aufgaben, die mit der Software zu erledigen sind, gemessen direkt nach dem Training und der Leistung einige Zeit nach dem Training. In einem ersten Test konnten sie zeigen, dass, unter Kontrolle der Selbstwirksamkeitserwartung und der Motivation, die Wirkungen durch die Prozesse des Modelllernens signifikant beeinflusst wurden. Ebenso konnten sie den positiven Einfluss spezialisierter Trainingsmaßnahmen auf die einzelnen Phasen nachweisen.

Das Modell zum Erlernen computerbezogener Fertigkeiten verdeutlicht, dass der Lernprozess durch verschiedene Variablen beeinflusst wird. Dass sich didaktische

Gestaltungen, die sich am Modelllernen nach Bandura orientieren, in den unterschiedlichsten Studien als effektivste Formen der Vermittlung computerbezogener Fertigkeiten erwiesen haben, ist bei der Entwicklung von Trainings weiterhin zu beachten. Die Aufteilung der Wirkungen in deklaratives Wissen, Leistung bei Aufgaben und die (subjektive) Selbstwirksamkeitserwartung weitet den Blick bei der Beurteilung von Lernergebnissen und wird bei der Entwicklung der Messinstrumente für die geplante Studie von Bedeutung sein.

6.2 Bezugssystem für Forschungen zur Endnutzer-Schulung

Angesichts der großen Summen, die für Endnutzertrainings ausgegeben werden, und der großen Bedeutung effektiver Schulungsmaßnahmen bei Anwendungssoftware trugen Gupta und Bostrom 2006 den aktuellen Stand der Forschung in diesem Bereich zusammen und entwickelten ein integriertes Bezugssystem für Forschungsvorhaben in diesem Bereich.

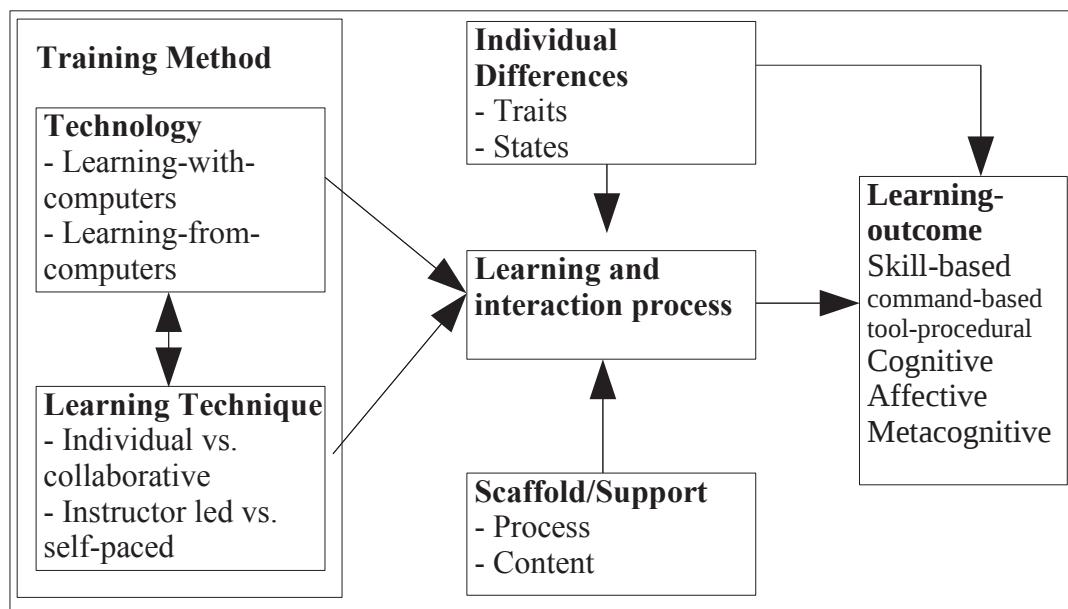


Abb. 6.2: Bezugssystem für Forschung zu Endnutzertrainings (nach Gupta & Bostrom 2006, S. 173)

Der Lernprozess und individuelle Unterschiede sind in diesem Modell die Faktoren, die die Lernergebnisse bedingen. Der Lernprozess wiederum wird von den individuellen Unterschieden, dem Rahmen und der Unterstützung des Gesamtlearnprozesses sowie den Trainingsmethoden beeinflusst. Zu den einzelnen Elementen des Systems bieten die Autoren weitere Erläuterungen:

Training Methods:

Dieser Aspekt umfasst alle Materialien und Aktivitäten, die dazu entwickelt wurden, den Lernenden das benötigte Wissen zu vermitteln. Grob unterscheiden Gupta und Bostrom hier zwischen der Technologie und der Didaktik. Dabei verweisen sie ebenfalls darauf, dass didaktische Settings, die auf die soziale Lerntheorie nach Bandura (Bandura 2001) zurückgehen, größere Lernerfolge erzielen als andere didaktische Settings (Johnson & Marakas 2000, Bolt, Killough & Koh 2001, Yi & Davis 2003, Yi & Davis 2001, Davis & Yi 2004, Gupta 2006).

Die technische Unterstützung von Lernprozessen unterscheiden die Autoren in Szenarien, in denen direkt durch Computer bzw. Computerprogramme gelernt wird, und Szenarien, in denen Computertechnik eine unterstützende Funktion im kollaborativen Lernprozess einnimmt. In der direkt computerunterstützten Didaktik beschreiben die Autoren vor allem Studien, die CBT (computer-based training) mit klassischen Lernangeboten vergleichen. Dabei konnten keine einheitlichen Effekte festgestellt werden, einige Studien bescheinigten den CBT-Maßnahmen größeren Lernerfolg (Gist et al. 1989, Desai, Richards & Eddy 2000, Zhang, Zhao, Zhou, Nunamaker 2004, Mao & Brown 2006, Gupta 2006), einige stellten keine Unterschiede fest (Bowman et al. 1995, Bohlen & Ferrat 1997).

Individual Differences:

Die Autoren betonen die Bedeutung dieses Punktes, nähere Ausführungen zu diesem Punkt sind in ihren Ausführungen aus Platzgründen jedoch unterblieben. Sie heben lediglich hervor, dass sowohl kognitive als auch affektive Unterschiede bei der Vermittlung von computerbezogenen Fertigkeiten eine wichtige Rolle spielen (Gupta & Bostrom 2006).

Scaffold/Support and Learning and interaction process:

Diese Aspekte werden im Artikel ebenfalls nicht näher behandelt. Es scheinen keine Forschungen vorzuliegen, die explizit diese Bereiche umfassen. Dies ist im Bezug auf den Lernprozess insoweit nachvollziehbar, als der Lernprozess selbst schwer zu messen oder zu beobachten ist. Lediglich über die Beobachtung des Outcomes können Rückschlüsse auf diesen gezogen werden.

Learning-outcomes:

Als Learning-outcomes oder auch Lernergebnisse werden alle Wirkungen des Lernprozesses beschrieben. Diese sind zum einen die **Skills** (Fertigkeiten). Gupta und Bostrom beschreiben diese als Fähigkeit, das zu erlernende System zu bedienen. Dabei untergliedern sie die Fertigkeiten in command-based knowledge,

also das Wissen über Befehle und Befehlssyntax der zu erlernenden Software, und tool-procedural als Fähigkeit, eine Gruppe von Befehlen anzuwenden, um eine bestimmte Aufgabe zu erledigen. **Cognitive outcomes** beschreiben die Einstellungen und Erkenntnisse des Lernenden. Diese beziehen sich auf das Wissen, bei welchen Geschäftsprozessen die erlernte Software eingesetzt werden kann, welche Fähigkeiten und logische Struktur die Software an sich aufweist und schließlich die Befähigung, das erlernte Wissen in neuen Situationen umzusetzen. Wirkungen des Trainings auf der **affektiven** Ebene beziehen sich auf die Einschätzung der Nützlichkeit der Software und die Motivation, mehr über sie zu erfahren. Dieser Aspekt umfasst auch die Zufriedenheit mit dem Lernprozess. Ein wichtiger Punkt, den die Autoren noch für zu wenig berücksichtigt halten, ist die Angst und Abneigung gegenüber der erlernten Software und Computern. Mit der Computer Anxiety Rating Scale liegt ein Instrument vor, das die Computerangst zuverlässig erhebt (Heinssen, Glass & Knight 1987). Als **Meta-cognitive knowledge** wird das Wissen des Einzelnen über sein eigenes Lernen und die eigene Informationsverarbeitung beschrieben. Das Konstrukt, das am häufigsten bei Computer-Schulungen in diesem Zusammenhang untersucht wurde, ist die Selbstwirksamkeitserwartung, die auf Arbeiten von Bandura (1977) zurückgeht (Gupta & Bostrom 2006).

Gupta und Bostrom (2006) betonen, dass bisher vor allem Wirkungen aus dem Bereich der Fertigkeiten und der kognitiven Wirkungen untersucht wurden. Als zentrale Bereiche für zukünftige Forschung identifizieren sie computerunterstützte und kollaborative Szenarien.

Das vorliegende Modell strukturiert die Wirkungen computerbezogener Lernprozesse. In der geplanten Untersuchung sollte darauf geachtet werden, ein möglichst vollständiges Bild der Lernergebnisse zu erheben, um auch die Effekte, die sich nicht direkt in abfragbarem Wissen zeigen, zu erfassen. Für die weitere Planung sollten die computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung und die Computerangst als Kernkonzepte der meta-kognitiven und affektiven Wirkungen nochmals gesondert theoretisch untersucht werden.

6.3 Computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung

Im oben dargestellten Bezugssystem nach Gupta und Bostrom (2006) bilden Auswirkungen von Softwareschulungen im metakognitiven Bereich eine wichtige Outcome-Komponente. Eine zentrale metakognitive Kategorie ist die „computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung“ (computer-self-efficacy). Diese geht auf

den Begriff der Selbstwirksamkeitserwartung zurück, den Bandura (1977) prägte und in seine soziale Lerntheorie integrierte (Bandura 1986, 2001).

Selbstwirksamkeitserwartung beschreibt dabei die Überzeugung einer Person, die notwendigen Handlungsschritte durchführen zu können, um ein gegebenes Ziel zu erreichen. Sie bezieht sich dabei nicht auf die Fähigkeiten, die ein Individuum real besitzt, sondern auf die Selbsteinschätzung, was es mit seinen gegebenen Fähigkeiten erreichen kann. Bei der individuellen Entscheidung, welche Handlungsweisen durchgeführt werden und welcher Aufwand betrieben wird, um ein bestimmtes Verhalten zu erlernen, spielt die Selbstwirksamkeitserwartung eine wichtige Rolle. Sie beeinflusst außerdem emotionale Auswirkungen von Handlungen wie Stress oder Angst auf das Individuum und das jeweilige Leistungsniveau (Compeau & Higgins 1995b).

Die spezielle computerbezogene Form der Selbstwirksamkeitserwartung beschreiben Compeau und Higgins (1995b) als die Einschätzung der eigenen Fähigkeiten bei der Computernutzung. Dabei geht es nicht darum, welche Aufgaben die Person früher mit dem Computer bearbeitet hat, sondern um die Einschätzung, was sie zukünftig erreichen kann. Darüber hinaus bezieht sie sich nicht auf unmittelbare Einzelfertigkeiten wie die Dateneingabe, sondern auf die Fähigkeit, breiter angelegte Aufgaben zu erfüllen wie das Abfassen eines Berichts. Sie ist andererseits von breiteren Konzepten wie Selbstbewusstsein abzugrenzen. Dieses ist als Ansammlung unterschiedlicher Selbstwirksamkeitserwartungen zu betrachten (Gist et al. 1989).

In neueren Ansätzen werden die Auswirkungen von Selbstwirksamkeitserwartungen sowohl auf der Ebene der Einschätzung situationsspezifischer Wirksamkeit als auch bei der Beurteilung bestimmter Aufgaben bis hin zu globalen Überzeugungen zur Selbstwirksamkeit gesehen. Die Abgrenzungen aus den 1980er-Jahren werden dadurch relativiert (Johnson 2005). Als Prädiktoren der computerbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung gelten das Vorwissen (Gist et al. 1989, Compeau & Higgins 1995a), die Persönlichkeit des Lernenden (Locke & Latham 2004, Colquitt, LePine & Noe 2000), Zielorientierung (Ford, Smith, Weissbein, Gully & Salas 1998, VandeWalle, Cron & Slocum 2001), Computern angst (Martocchio & Webster 1992, Johnson & Marakas 2000, Perrewé 2002) und das Geschlecht, zumindest bei techniklastiger Computernutzung (Shotick & Stephens 2006).

Bezogen auf die Computernutzung unterscheidet Johnson (2005) die anwendungsspezifische Selbstwirksamkeitserwartung, die softwareumgebungsbezogene und Selbstwirksamkeitserwartungen bei der allgemeinen Computer-

nutzung. Während bei der allgemeinen und anwendungsspezifischen computerbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung in unterschiedlichen Studien (z. B. Compeau & Higgins 1995a, b, Johnson & Marakas 2000, Chou & Wang 2000, DeTure 2004) positive Auswirkungen auf die Lernleistung und Einstellung zur Software nachgewiesen werden konnten, gibt es bisher wenige Ergebnisse zur softwarebezogenen Selbstwirksamkeitserwartung (Marakas, Yi & Johnson 1998).

Die Ergebnisse zeigen deutlich, dass die metakognitiven Unterschiede im Bereich der Selbstwirksamkeitserwartung bei Lernenden Auswirkungen auf ihre Lernleistung und ihre anschließende Nutzung des Softwareprodukts haben. Außerdem muss bei der Beurteilung der Ergebnisse von Softwaretrainings die Veränderung der computerbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung berücksichtigt werden.

6.4 Computerangst

Computerangst ist ein Konstrukt, das bereits seit den 1970er-Jahren beobachtet und erforscht wird. Als auslösenden Faktor beschreiben North und Noyes (2002) den Kontakt von Menschen zum Computer. Eine häufig zitierte Definition der Computerangst von Simonson u.a. (1987) beschreibt Computerangst als Angst oder Abneigung, die Personen verspüren, wenn sie einen Computer benutzen oder die Möglichkeit einer Computerbenutzung in Betracht ziehen. In verschärften Formen mit somatischen Symptomen wird Computerangst auch als Computerphobie oder Technikphobie beschrieben (Appelbaum & Primmer 1990, McIlroy, Bunting, Tierney & Gordon 2001). In unterschiedlichen Studien konnte nachgewiesen werden, dass Menschen mit wenig Erfahrung im Umgang mit Computern höhere Werte bei der Computerangst aufweisen. Inwieweit jedoch die größere Erfahrung eine niedrigere Computerangst bewirkt oder weniger Computerangst mehr Erfahrungen zulässt, konnten diese Studien nicht abschließend klären (Chien 2008). Allerdings gibt es Hinweise, dass durch eine Erhöhung des Wissens bezüglich der Computernutzung die Computerangst reduziert werden kann (Kay 2008). Ebenso konnten Hinweise gefunden werden, dass die Einstellung zu Computern und die Computerangst zusammenhängen, es allerdings aufgrund geringer Korrelation der Konstrukte notwendig ist, die Einstellung zum Computer und Computerangst als weiterhin unterschiedliche Konstrukte zu sehen (Whitley 1997).

Mehrere Studien finden Belege dafür, dass ein Zusammenhang zwischen der Computerangst und dem Geschlecht besteht. So weisen Frauen im Durchschnitt deutlich höhere Werte auf den Computerangstskalen auf als Männer. Meist wird dieser Unterschied über geschlechtsspezifische Erziehung und Sozialisation erklärt

(Chien 2008). Andere Faktoren wie Alter, Mathematikängstlichkeit und ethnische Herkunft weisen in einigen Studien Zusammenhänge mit der Computerangst auf, in anderen nicht. Daher sind genaue Wirkungsverhältnisse nicht festzustellen (Chien 2008).

Als sinnvolle Möglichkeiten, Computerangst zu reduzieren, sieht Chien (2008) die Vermittlung von Wissen und realitätsnahen Erfahrungen in der Computernutzung. Durch die Vermittlung von Erfahrungen, die Maschine zu kontrollieren, scheint die Computerangst reduzierbar zu sein.

Auch wenn die öffentliche Wahrnehmung Computerangst eher als anachronistisches Problem marginalisierter Personengruppen wahrnimmt, scheint das Problem Personengruppen zu betreffen, denen man gemeinhin keinerlei Schwierigkeiten mit Neuen Medien attestiert hätte. Bei aktuell in Deutschland Studierenden konnten Marcoulides, Emrich & Marcoulides (2008) einen großen Anteil an Personen identifizieren, die unter einer zwar geringen, aber nachweisbaren Computerangst leiden. Ähnliche Ergebnisse konnten auch Saade und Kira (2007) vorlegen. Es erscheint also für die vorliegende Studie geboten, das Konstrukt der Computerangst zu erfassen und die Auswirkungen auf diesen Bereich zu untersuchen.

6.5 Computerbezogene Fertigkeiten und Lernstile

Die interindividuellen Unterschiede der Lernenden sind auch bei der Vermittlung von computerbezogenen Fertigkeiten zu beachten (Gupta & Bostrom 2006). Bereits 1990 entwickelten Bostrom, Olfman & Sein Richtlinien für die lernstilorientierte Gestaltung von Computertrainings. Dazu führten sie eine Sekundäranalyse von vier Studien durch, die Zusammenhänge zwischen Lernstilen nach Kolb und den Lernergebnissen untersuchten. Zwar waren nicht alle Ergebnisse signifikant, sie leiteten jedoch die Empfehlung ab, dass Konvergierer am besten induktiv mit einer synthetischen Repräsentation des vermittelten Inhalts lernen. Assimilierer lernen deduktiv mit einer synthetischen Inhaltsrepräsentation besser. Divergierer profitieren am meisten von Lernumgebungen, in denen das zu erlernende Softwaresystem analog abgebildet wird und die Inhalte deduktiv hergeleitet werden. Akkommodierer schließlich lernen ebenfalls am besten in analogen Lernumgebungen, jedoch mit induktiver Inhaltsvermittlung (Bostrom, Olfman & Sein 1990).

Die oben dargestellte Überlegenheit von didaktischen Ansätzen, die sich am Modelllernen nach Bandura orientieren, lassen sich auch aus der Theorie des erfahrungsorientierten Lernens nach Kolb (1984) erklären. In dem ursprünglich auf

Lewin zurückgehenden Modell wird Lernen als Prozess aus konkreter Erfahrung, Beobachtungen und Reflexion, Entwickeln abstrakter Konzepte und Testen der Implikationen des Gelernten beschrieben. Beim Modelllernen werden die Inhalte sowohl auf Basis von Konzepten und Vorlesungen vermittelt als auch durch praktische Erfahrungen. Durch ständigen Kontakt zwischen Lehrenden und Lernenden wird die Teilhabe der Lernenden erhöht und sie werden kontinuierlich zu eigenen Experimenten aufgefordert. Dadurch werden alle Phasen des erfahrungsorientierten Lernens abgedeckt (Simon et al. 1996).

Unterschiedliche Studien haben ergeben, dass die Vermittlung von computerbezogenen Fertigkeiten mithilfe des Modelllernens die besten Ergebnisse zeigt. Zwar haben bei instruktionsorientierten Designs Lernstile mit einer reflektierenden Orientierung bessere Ergebnisse gezeigt und bei experimentellen Designs die Lernstile mit Präferenzen für aktives Experimentieren. Designs, die Modelllernen fokussieren, zeigen allerdings keine Lernstileffekte, jedoch insgesamt bessere Lernergebnisse (Simon 2000). Demgegenüber konnten Chou und Wang (2000) deutliche Unterschiede der Lernstile beim Lernerfolg durch Modelllernen beobachten. Lernstile mit einer Präferenz auf aktivem Experimentieren erzielten auch beim Modelllernen signifikant bessere Ergebnisse als Lernstile mit reflektierender Orientierung.

Diese Ergebnisse lassen den Schluss zu, dass die Berücksichtigung des Lernstils der Lernenden bei der Planung und Gestaltung der Lernumgebung den Lernerfolg erhöhen kann. Weiter ist festzuhalten, dass durch den Einsatz von Modelllernen computerbezogene Fertigkeiten am besten vermittelt werden können. Diese Erkenntnis ist mit der Theorie des erfahrungsorientierten Lernens sehr kompatibel, da die Umsetzung des Modelllernens alle Phasen des erfahrungsorientierten Lernens enthält und so auch alle Lernstile anspricht (Simon 2000).

Für die weitere Planung dieser Studie bleibt festzuhalten, dass die Lernergebnisse nicht nur über deklaratives Wissen, sondern auch über prozedurales Wissen, metakognitive und affektive Wirkungen zu operationalisieren sind. Besondere Beachtung dabei sollte der Computerangst und der computerbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung zukommen. Diese beiden Aspekte wurden in vielen Studien als signifikante Prädiktoren des Lernerfolgs und der späteren Nutzung gesehen.

Lernstile im Allgemeinen und die Theorie des erfahrungsorientierten Lernens nach Kolb im Besonderen haben in der bisherigen Forschung zu computerbezogenen Fertigkeiten eine wichtige Rolle gespielt. Gerade durch ihre Kompatibilität zu den Ansätzen des Modelllernens, deren Überlegenheit gegenüber anderen Ansätzen zur

Vermittlung von Computerkenntnissen auf robusten empirischen Belegen beruht, eignen sie sich hervorragend als Adaptivitätskriterium für die vorliegende Studie. Die Entscheidung für dieses Modell aus allgemeinen theoretischen Erwägungen heraus wird also auch durch die Charakteristika des zu vermittelnden Lerninhalts gestützt.

7 Akzeptanz

Bereits zu Beginn dieser Arbeit wurde die Problematik der mangelnden Akzeptanz computerunterstützter Lernangebote verdeutlicht. Neben der Verbesserung der unterschiedlichen Lernergebnisse könnten adaptive Lernumgebungen auf größere Akzeptanz stoßen als herkömmliche. Um die Wirkung der Adaptivität auf die Akzeptanz genau untersuchen zu können, werden im Folgenden der Akzeptanzbegriff und zentrale Modelle der Akzeptanz technischer Innovationen dargestellt. Aus dieser Darstellung sollen die Grundlagen für die Messung der Akzeptanz der adaptiven Lernumgebung im anschließenden Forschungsprojekt ermittelt werden.

Der Begriff der Akzeptanz ist in der heutigen gesellschaftlichen Diskussion allgegenwärtig (Kollmann 1998). Dabei findet man ihn in so unterschiedlichen Bereichen wie der Politik, die die Akzeptanz ihrer Entscheidungen hinterfragt, der Wirtschaftswissenschaft, die die Akzeptanz neuer Produkte überprüft, oder der Organisationsentwicklung, die die Akzeptanz neuer Produktionsmittel klärt. Diese unterschiedliche Nutzung des Begriffs macht es für diese Arbeit nötig, eine Definition zu finden, anhand derer die weiteren Überlegungen erfolgen.

7.1 Definition des Akzeptanzbegriffs

Ganz allgemein kann Akzeptanz als etwas definiert werden, das im Widerspruch zum Begriff „Ablehnung“ steht und die positive Annahmeentscheidung einer Innovation durch den Anwender bezeichnet (Simon 2001, S. 89). Eine Definition der Akzeptanz, die mehr Aspekte integriert, stammt aus der Organisationsentwicklung und Forschung zur Akzeptanz von Innovationen bei Produktionsmitteln:

„Akzeptanz drückt die positive Einstellung eines Anwenders gegenüber [...] einer Technologie aus und äußert sich in dessen Bereitschaft, in konkreten Anwendungssituationen diese aufgabenbezogen einzusetzen und zu nutzen.“ (Anstadt 1994, S. 70)

In dieser Definition wird die Unterscheidung zwischen einer positiven Einstellung gegenüber der Innovation einerseits und der tatsächlichen Nutzung andererseits deutlich.

In der modernen Akzeptanzforschung hat sich diese auf Müller-Böling und Müller (1986) zurückgehende Unterscheidung zwischen Einstellungsakzeptanz und Verhaltensakzeptanz allgemein durchgesetzt.

Die Einstellungsakzeptanz wird als relativ dauerhafte Einstellung gegenüber der entsprechenden Innovation mit affektiven und kognitiven Anteilen definiert. Die affektiven Anteile werden als das regelmäßige Hervorrufen einer emotionalen

Stimmung beim Anwender definiert. Die kognitive Komponente besteht aus Vorstellungen, Ideen und Glaubwürdigkeitsüberzeugungen, die der Anwender im Bezug auf die Innovation hat. Darüber hinaus umfasst die Einstellungsakzeptanz noch den über sie hinaus zur Verhaltensakzeptanz weisenden Aspekt der Handlungsbereitschaft. Das bedeutet, dass das Einstellungsobjekt die Bereitschaft, eine Handlung zu vollziehen, hervorruft, ohne dass jedoch zwingend eine entsprechende Handlung vollzogen werden muss (Müller-Böling & Müller 1986). Die Einstellungsakzeptanz als innerpsychisches Konstrukt entzieht sich direkter Beobachtung (Simon 2001, Kollmann 2000).

Mit dem Begriff Verhaltensakzeptanz wird tatsächlich beobachtbares Verhalten, also zum Beispiel die Nutzung der entsprechenden Innovation beschrieben. Die Beantwortung eines Fragebogens zur Akzeptanz oder andere verbale Äußerungen, die die Akzeptanz beschreiben, sind zwar auch real beobachtbare Verhaltensweisen, werden aber eher der Einstellungsdimension zugeordnet, da sie Aussagen über die Einstellung zu einem Verhalten beinhalten, jedoch nicht das entsprechende reale Verhalten darstellen (Müller-Böling & Müller 1986). Die Verhaltensakzeptanz wird stark von der Einstellungsakzeptanz beeinflusst (Bürg, Rösch & Mandl 2005, Bürg & Mandl 2004), allerdings ist die Einstellungsakzeptanz kein 100%iger Prädiktor der Verhaltensakzeptanz. Sie wird auch von Faktoren wie übergeordneten Wertvorstellungen, sozialem Druck und anderen Einstellungen beeinflusst (Müller-Böling & Müller 1986, Anstadt 1994).

Für die weitere Arbeit kann auf Basis der Quellenlage angenommen werden, dass Akzeptanz eine Einstellungs- und eine Verhaltensdimension aufweist, die aufgrund unterschiedlicher Einflüsse entstehen. Angesichts der bisherigen Forschungsergebnisse kann weiter davon ausgegangen werden, dass die Einstellungsakzeptanz der Hauptprädiktor der Verhaltensakzeptanz ist. Verhaltensakzeptanz als tatsächliche Nutzung entsteht also auf der Basis einer positiven Einstellungsakzeptanz (Bürg, Rösch & Mandl 2005).

Als Definition von Akzeptanz für die weitere Arbeit kann Folgendes gelten:

Akzeptanz beschreibt eine positive Haltung eines Nutzers gegenüber einer Innovation. Diese Haltung besteht zum einen aus der Einstellungsakzeptanz, also der innerpsychischen, nicht direkt beobachtbaren Einstellung gegenüber der Innovation, zum anderen aus der realen Nutzung der Innovation, der Verhaltensakzeptanz.

7.2 Akzeptanzmodelle

Zur Erklärung, welche Faktoren die Einstellungs- und Verhaltensakzeptanz beeinflussen, wurden unterschiedliche Modelle entwickelt. Im Folgenden werden zwei sehr prominente Modelle und ein Modell, das speziell für den Bereich E-Learning entwickelt wurde, dargestellt. Ziel ist es, anhand dieser Modelle Faktoren zu identifizieren, mit deren Hilfe die Akzeptanz von E-Learning-Angeboten gesteigert werden kann.

7.2.1 Task-Technology-Fit-Modell nach Goodhue

Das Task-Technology-Fit-Modell (TTFM) wurde ursprünglich dazu entwickelt, die Einschätzung der Leistungsfähigkeit eines Systems durch den Nutzer zu messen. Da diese Einschätzung in direktem Zusammenhang mit der Akzeptanz des Systems steht, wird das TTFM auch als Akzeptanzmodell verwendet (z. B. Simon 2001). Allerdings berücksichtigt das Modell lediglich die Einstellungsakzeptanz, die Verhaltensakzeptanz wird nicht berücksichtigt. Nach Goodhue (1995) ist die entscheidende Variable, die die Einstellungsakzeptanz beeinflusst, die Einschätzung der Systemleistung durch den Anwender. Diese Einschätzung wiederum

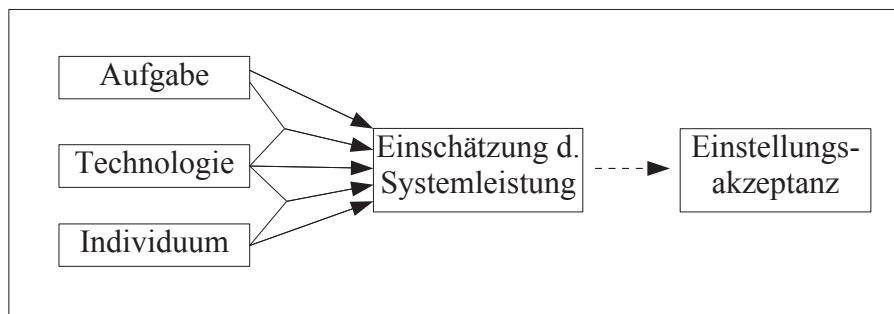


Abb. 7.1: Task-Technology-Fit-Modell (nach Goodhue 1995, S. 1830, Übersetzung RL)

wird durch drei generelle Einflussfaktoren bedingt: **Aufgabe** (engl. task), **Technologie** (engl. technology), **Individuum** (engl. individual). Der Einflussfaktor Aufgabe beschreibt die Eigenschaften der mit dem neuen System zu verrichtenden Aufgabe. Der Einflussfaktor Technologie umfasst die Eigenschaften des neuen Systems, im ursprünglichen Modell die Eigenschaften des zu bewertenden Informationssystems. Der Einflussfaktor Individuum umfasst die Einstellungen, Fertigkeiten und Kenntnisse des Anwenders, die seine Einschätzung des Systems beeinflussen. Auf der Basis dieser drei Einflussfaktoren fällt ein Individuum die Entscheidung, ob es ein System zur Bewältigung einer bestimmten Aufgabe einsetzt (Goodhue 1995).

Das Modell bietet einen ersten Ansatz, die Faktoren zu identifizieren, die die Akzeptanz einer technischen Innovation beeinflussen. Da es aber ursprünglich nicht zur Modellierung der Akzeptanz entworfen wurde und die Verhaltensakzeptanz nicht enthalten ist, sind weitere Modelle zu überprüfen.

7.2.2 Technology-Acceptance-Model nach Venkatesh und Davis

Ursprünglich entwickelte Davis (1989) das Technology-Acceptance-Model (TAM). Darin wird die Nutzungseinstellung (Einstellungsakzeptanz) als zentraler Prädiktor der tatsächlichen Nutzung (Verhaltensakzeptanz) angeführt. Die Nutzungseinstellung wird nach empirischen Befunden (Davis 1989) vor allem von dem wahrgenommenen Nutzen (engl. perceived usefulness) und der wahrgenommenen Einfachheit der Bedienung (perceived ease-of-use) abgeleitet. Diese beiden Variablen werden ihrerseits von unterschiedlichen externen Stimuli beeinflusst. Davis fand in seiner Studie (1989) heraus, dass der wahrgenommene Nutzen sich stärker auf die Nutzungseinstellung auswirkt als die Einfachheit der Bedienung (vgl. auch Gefen & Straub 2001).

In einer Weiterentwicklung des TAM operationalisieren Venkatesh und Davis (2000) die externen Stimuli, die bisher nicht näher benannt wurden. Dabei unterscheiden sie zwischen sozialen Prozessvariablen und kognitiv instrumentellen Variablen. Unter die sozialen Prozessvariablen fallen die „**Subjektive Norm**“, die „**Freiwilligkeit**“ und das „**Image**“. Unter „**Subjektiver Norm**“ verstehen sie die Einschätzung des Individuums, was Leute, deren Meinung ihm wichtig ist, glauben, dass es tun oder nicht tun sollte. Dabei beziehen sie sich stark auf die „Theory of Reasoned Action“ und die „Theory of Planned Behavior“ (Fishbein & Ajzen 1975, Ajzen & Fishbein 1980, Ajzen 1991). Empirisch konnte der Einfluss der Subjektiven Norm auf das Verhalten noch nicht einwandfrei geklärt werden. Zwar gibt es Ergebnisse, die einen Zusammenhang mit der Nutzungseinstellung nahelegen (Taylor & Todd 1995, Venkatesh & Davis 2000), mehrere andere konnten jedoch keinen signifikanten Zusammenhang feststellen (Davis, Bagozzi & Warshaw 1989, Mathieson 1991).

Die Freiwilligkeit der Nutzung wirkt sich nicht auf den wahrgenommenen Nutzen aus, sondern direkt auf die Einstellungsakzeptanz. In ihren Studien zum TAM 2 konnten Venkatesh und Davis (2000) nachweisen, dass sich die Freiwilligkeit in der Nutzung des neuen Systems positiv auf die Einstellungsakzeptanz auswirkt. Außerdem konnten sie belegen, dass bei freiwilliger Nutzung der Einfluss der Sozialen Norm auf die Einstellungsakzeptanz sinkt.

Die dritte soziale Prozessvariable ist das Image. Damit ist der Grad, in dem das Individuum davon ausgeht, dass die Nutzung des neuen Systems seinen sozialen Status hebt, gemeint. Je mehr das Individuum das neue System für förderlich für seinen sozialen Status hält, desto besser schätzt es die Nützlichkeit des Systems ein. Ebenso konnten Venkatesh und Davis (2000) belegen, dass die Variable „Image“ von der Variable „Subjektive Norm“ moderiert wird.

Die bei längerer Nutzung entstehende **eigene Erfahrung** mit dem System schwächt den Einfluss sozialer Informationen ab, lediglich die potenzielle Statusverbesserung, die aus der Nutzung resultieren könnte, bleibt auch bei längerer Nutzung relevant.

Als kognitive Prozessvariablen werden im TAM 2 die „**Jobrelevanz**“, die „**Output-Qualität**“ und die „**Nachweisbarkeit der Ergebnisse**“ gesehen. Als ebenfalls kognitive Prozessvariable wird die **Einfachheit der Bedienung** benannt. Diese Variable bestand bereits im TAM und ist folglich keine Ergänzung dieses Modells.

Unter „Jobrelevanz“ wird die Einschätzung des Individuums verstanden, inwieweit das neue System für seine Aufgabe bzw. seinen Arbeitsplatz anwendbar ist. Fällt diese Einschätzung positiv aus, so steigt der wahrgenommene Nutzen.

Die Variable „Output-Qualität“ beschreibt die Einschätzung des Nutzers, wie gut die Produkte des Systems sind. Diese Variable hat sich als mediierende Variable der „Jobrelevanz“ herausgestellt.

Selbst wenn ein System die Arbeit unterstützt und gute Ergebnisse liefert, kann die Akzeptanz gering sein. Daher misst die Variable „Nachweisbarkeit der Ergebnisse“ den Grad der Zuordnung positiver Arbeitsergebnisse zur Nutzung des neuen Systems.

Die „wahrgenommene **Einfachheit der Bedienung**“ war im ursprünglichen TAM eine Variable, die sich direkt auf die Einstellungsakzeptanz auswirkt. Empirische Ergebnisse (z.B. Davis et al. 1989, Venkatesh 1999) legten jedoch nahe, dass sich diese Variable auch indirekt auswirkt. In den Studien aus Venkatesh und Davis (2000) konnte ein Zusammenhang zwischen der Einfachheit der Bedienung und dem wahrgenommenen Nutzen und der Einstellungsakzeptanz festgestellt werden.

Das TAM 2 hat die individuellen Faktoren der Akzeptanz expliziert und durch empirische Studien bestätigt. Bürg und Mandl (2004) kritisieren daran, dass weltbezogene und organisationale Faktoren nicht berücksichtigt wurden.

Walker und Johnson (2008) konnten in einer Studie an Dozenten zu deren Akzeptanz webunterstützter Lehrangebote das TAM 2 für diesen speziellen Ein-

satzbereich erweitern. Sie stellten fest, dass die persönlichen Vorerfahrungen mit Computern die Wahrnehmung der Effektivität von E-Learning maßgeblich beeinflussen. Die Unterstützung durch das Management ist in dieser Studie eng mit der wahrgenommenen Einfachheit der Benutzung und der Einschätzung von Wichtigkeit und Effektivität von E-Learning verbunden.

Die Eignung des TAM2-Modells zur Beurteilung von E-Learning-Angeboten durch Lernende konnte Ndubisi 2006 exemplarisch an einer sehr großen Stichprobe malayischer Studenten nachweisen, in der das TAM 2 sehr robuste Vorhersagen zur Nutzung von E-Learning-Angeboten durch Studenten lieferte.

In einer Studie zur Nutzung von WebCT, einer weitverbreiteten E-Learning-Plattform, konnte gezeigt werden, dass die technische Unterstützung einen direkten Einfluss auf die Einschätzung der Einfachheit der Bedienung hat. Als wichtigste Prädiktoren der Akzeptanz von E-Learning-Angeboten entpuppten sich die Einfachheit der Bedienung und der wahrgenommene Nutzen (Ngai, Poon & Chan 2007).

Chang und Tung (2008) erweitern das TAM2-Modell im Bezug auf E-Learning noch um die Komponenten der wahrgenommenen Qualität und der computerbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung (für eine nähere Darstellung dieses Konstrukts siehe Kapitel 6.3).

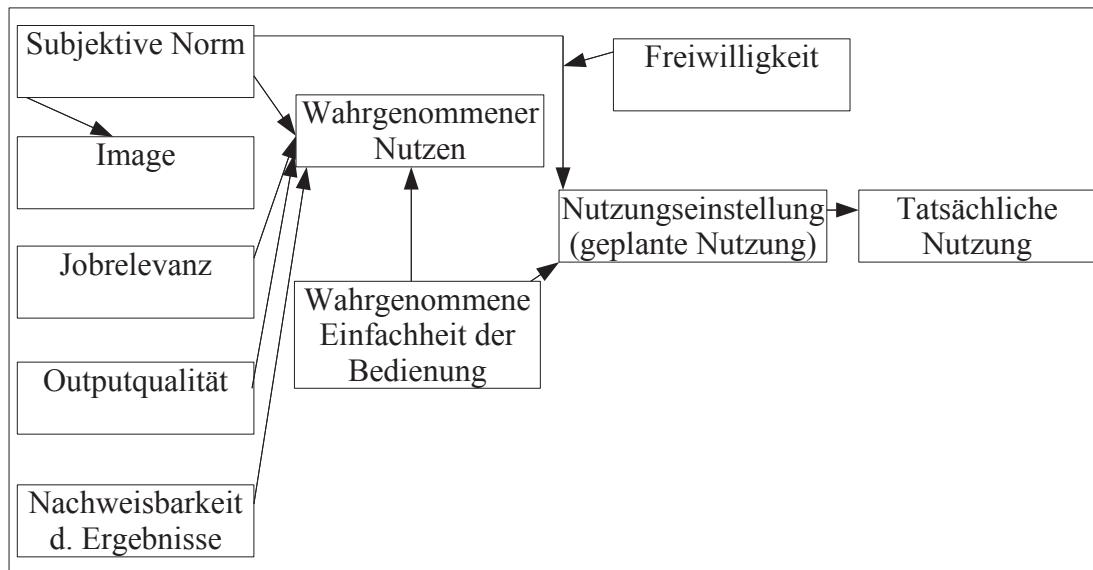


Abb. 7.2: Das Technology-Acceptance-Model (nach Venkatesh & Davis 2000, S. 188, Übersetzung RL)

Trotz der kritischen Aspekte, die gerade Bürg und Mandl (2004) hervorheben, handelt es sich bei TAM 2 um ein Modell, das viele Facetten, die die Akzeptanz technischer Systeme bedingen, integriert und das durch empirische Studien unter-

stützt wird. Insbesondere die aktuellen Arbeiten zum Einsatz im Kontext von E-Learning-Maßnahmen machen es für die vorliegende Arbeit interessant.

7.2.3 Wissensmedien-Akzeptanzmodell nach Simon

Aufbauend auf einer Metaanalyse bestehender Akzeptanzmodelle entwickelt Simon (2001) ein Modell speziell für Wissensmedien. Als Wissensmedien definiert er einen elektronischen Marktplatz für Lehrmaterialien und Lernwerkzeuge. Sie gehen über klassische Lehr- und Lerninformationssysteme hinaus, da sie Kommunikation über Wissensvermittlung ermöglichen. Sie können als organisationsübergreifende Informationssysteme verstanden werden, die mit lokal vorliegenden Lehrinformationssystemen interagieren.

Bei Wissensmedien handelt es sich also um Metainformationssysteme, die Lehrinformationssysteme und damit auch computerunterstützte Lernangebote integrieren.

Im Wissensmedien-Akzeptanzmodell wird ein Rückkoppelungseffekt der tatsächlichen Nutzung auf die Einstellungsebene eingeführt, der in den bisher dargestellten Modellen nicht explizit enthalten ist. Dabei wird davon ausgegangen, dass sich die Erfahrungen, die bei der Nutzung eines Systems gesammelt werden, auf die Einstellung zu dem System und eine neuerliche Nutzung auswirken. Die eigentlichen kognitiven Prozesse der Akzeptanzentscheidung beim Individuum werden in dem Modell als „Black-Box“ gesehen, auf die Variablen wirken. Eine zentrale Variable ist das Ergebnis einer Kosten-Nutzen-Entscheidung des Anwenders. Dabei entscheidet sich das Individuum für die Nutzung des Systems, wenn es unter Berücksichtigung vorhandener Einschränkungen vorhandene Bedürfnisse befriedigt und so Nutzen schafft. Der Nutzen ergibt sich aus dem Grad der Bedürfnisbefriedigung reduziert durch die Nutzungskosten. Unter Nutzungskosten sind alle Aufwendungen zu verstehen, die dem Nutzer bei der Verwendung des Systems entstehen. Diese Aufwendungen können sowohl finanzieller wie auch zeitlicher, persönlicher oder intellektueller Natur sein (Simon 2001, S. 106).

Die Nutzungsentscheidung, die das Wissensmedien-Akzeptanzmodell beschreibt, ist als prozesshaft zu verstehen. Dieser Entscheidungsprozess wird durch zwei unterschiedliche Arten von Faktoren beeinflusst. Einerseits sind es Einflussfaktoren, die aus der Gestaltung des Mediums resultieren, andererseits sind es Faktoren, die im Bereich des Individuums angesiedelt sind. In dem Modell wird davon ausgegangen, dass sich Anwender im Allgemeinen für die Nutzung einer Innovation entscheiden, wenn sie einen Nutzen aus der Anwendung erwarten.

Darüber hinaus werden in Anlehnung an Müller-Böling und Müller (1986) zwei weitere Nutzungsszenarien dargestellt:

Die **erzwungene Nutzung** beschreibt die Nutzung eines Systems, die zustande kommt, obwohl der Anwender keinen Nutzen erwartet. Sie ist bei der Einführung von Innovationen innerhalb von Herrschaftsstrukturen möglich. Je nachdem, ob diese Nutzung positive oder negative Erfahrungen produziert, kann sie eine zukünftige freiwillige Nutzung zur Folge haben oder die zwangsweise Verordnung auch in der Zukunft erschweren (Simon 2001, S. 106f.).

Die **verhinderte Nutzung** beschreibt das Szenario, in dem es trotz positiver Einstellungsakzeptanz nicht zu einer Nutzung des Systems kommt. Dies kann beispielsweise aufgrund technischer Störungen der Fall sein. Wenn der Nutzer den Fehler auf das System zurückführt, kann das den wahrgenommenen Nutzen reduzieren (Simon 2001, S. 108).

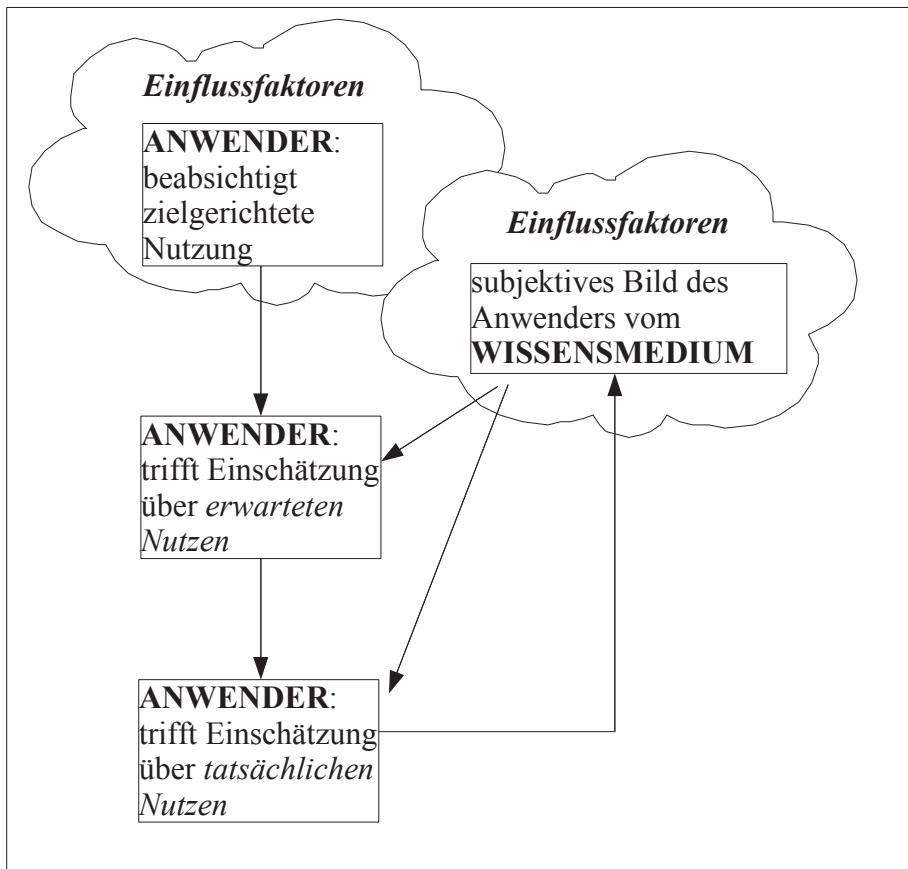


Abb. 7.3: Wissenmedien-Akzeptanzmodell (nach Simon 2001, S. 107)

Das Wissenmedien-Akzeptanzmodell zeichnet sich durch die Integration des Prozesscharakters der Akzeptanz aus. Die Integration einer Kosten-Nutzen-Erwägung aufseiten der Anwender bietet Ansatzpunkte zur Optimierung der Akzeptanz von Innovationen.

Aus den dargestellten Modellen zur Akzeptanz neuer Systeme lässt sich für die vorliegende Arbeit Folgendes festhalten:

Die Nutzung eines neuen technischen Systems durch Mitarbeiter eines Unternehmens wird durch viele Faktoren beeinflusst. Diese Faktoren sind persönlicher, technischer und organisationaler Art. Dabei ist die Einschätzung des zu erwartenden Nutzens der Innovation im Vergleich zum zu erwartenden Aufwand ein sehr wichtiger Faktor. Bestünde bei der Entwicklung von E-Learning-Angeboten also die Möglichkeit, durch das didaktische Design den wahrgenommenen Lernaufwand für den Nutzer zu minimieren und den Lernerfolg zu maximieren, kann auf Basis der vorliegenden Modelle davon ausgegangen werden, dass sowohl die Einstellungs- als auch die Verhaltensakzeptanz der Lernenden steigen würde. Um diesen Ansatz zu überprüfen, sollte einerseits die Einstellungsakzeptanz mit geeigneten Skalen am Ende der Bearbeitung der adaptiven Lernumgebung gemessen werden. Andererseits sollten die technischen Voraussetzungen geschaffen werden, um den subjektiven und den realen Lernaufwand zu messen. Die genaue Realisierung dieser Messung wird in den Kapiteln zur technischen Umsetzung und zum methodischen Vorgehen dargestellt.

8 Zusammenfassung

Nach der Darstellung der für diese Arbeit relevanten Theorien wird die Konzeption und Umsetzung der Forschung dargestellt. Um die Ergebnisse der Bearbeitung der Theorien für diesen Schritt pointiert nutzbar zu machen, werden im Folgenden zunächst die wichtigsten Erkenntnisse zum Forschungsstand zusammengefasst und anschließend die offenen Fragen in diesem Themenbereich dargestellt.

8.1 Zusammenfassung des Forschungsstandes

Der Einsatz computergestützter adaptiver Lernumgebungen hat in den letzten Jahren stetig zugenommen. Es wurden verschiedene Technologien entwickelt und es zeigten sich erste Erfolge in der Umsetzung. Allerdings ist die Umsetzung der Adaptivität häufiger Gegenstand von Kritik und die Auswirkungen der Adaptivität auf wichtige Outcomekriterien des Lernens sind nicht abschließend geklärt.

Der Begriff der Adaptivität umschreibt ein weites, in sich heterogenes Feld von Lernumgebungen. Sie können danach unterschieden werden, auf welcher Grundlage sie die Entscheidung der Adaption treffen, wie häufig sich die Lernumgebung an das Lernermodell anpasst und welche Elemente der Lernumgebung angepasst werden. Darüber hinaus ist der Zweck der Adaption zu berücksichtigen. Gerade aus dem pädagogischen Umfeld stammende adaptive Lernumgebungen adaptieren den Gegenstand relativ selten, typischerweise zu Beginn der Nutzung einer größeren Lerneinheit. Im computerunterstützten Umfeld sind der Adoptionsinput zumeist die Beobachtung des Nutzers durch die Lernumgebung oder die Ergebnisse aus einer zuvor durchgeföhrten Befragung. Sehr häufig bezieht sich die Adaption auf die Interfacegestaltung oder Taktung bestehender Lernmodule. Es bestehen unterschiedliche Zielsetzungen beim Einsatz adaptiver Lernumgebungen. Während im schulischen Kontext häufig die Bearbeitung und der Ausgleich von Defiziten im Vordergrund stehen, wird im betrieblichen und universitären Bereich das Präferenzmodell bevorzugt, das als Ziel der Adaptivität den Versuch, die interindividuellen Unterschiede bei den Lernpräferenzen zu unterstützen und so den Lernerfolg zu vergrößern, beschreibt.

Zur Modellierung des Lerners in einer adaptiven Lernumgebung werden häufig Lernstilmodelle verwendet. Es existiert eine große Anzahl von Lernstilmodellen, die sich im Grad ihrer wissenschaftlichen Fundierung und der Stabilität der Lernereigenschaften unterscheiden. Einige Modelle sehen die Lernstile als genetische Dispositionen, die nicht veränderbar sind, andere als relativ stabile Teile der kognitiven Struktur oder der Persönlichkeit. Andere sehen sie als flexible Grundhaltungen zum Lernen, die jedoch vergleichsweise einfach verändert werden

können. Unter den Lernstilmodellen, die wissenschaftlich gut fundiert sind, werden einige in adaptiven Lernumgebungen eingesetzt.

Sehr häufig werden Modelle aus der Entwicklungslinie der Approaches to learn und darauf aufbauende Konzepte wie das Felder-Silverman-Lernstilmodell verwendet. Dabei wird zwischen unterschiedlichen Herangehensweisen ans Lernen, typischerweise zwischen einer ganzheitlichen, auf Verständnis ausgelegten Herangehensweise und einer oberflächlichen, auswendiglernenden unterschieden. Das Felder-Silverman-Modell reichert diese Unterscheidung um Dimensionen der Aufnahme und Wahrnehmung und der Organisation und Verarbeitung von Information und Wissen an.

Das Modell des erfahrungsorientierten Lernens nach Kolb hat seine theoretischen Wurzeln in den Arbeiten von Lewin, Dewey und Piaget. Im erfahrungsorientierten Lernen wird davon ausgegangen, dass Lernen aus der Aufnahme und Verarbeitung von Informationen besteht. Die Aufnahme kann dabei über konkrete Erfahrungen oder abstrakte Konzepte erfolgen, die Verarbeitung über reflektierendes Beobachten oder aktives Experimentieren. Kolb geht davon aus, dass Lernstile aus Präferenzen für jeweils eine Form der Aufnahme oder Verarbeitung entstehen. Trotzdem nimmt er an, dass erfolgreiches Lernen in einem Kreislauf, der alle vier Formen der Aufnahme und Verarbeitung enthält, abläuft.

Kritische Kriterien zur Messung des Lernerfolgs sind die Lernergebnisse, also der Learning-outcome. Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Vermittlung von Kenntnissen bei der Computernutzung. Die Wirkungen in diesem speziellen Bereich können aus Fertigkeiten, kognitiven, metakognitiven und affektiven Ergebnissen bestehen. Während die Fertigkeiten im Umgang mit der gelehrteten Computeranwendung und kognitive Effekte im Sinne eines Wissenszuwachses bei der Beurteilung von Lernumgebungen seit jeher eine wichtige Rolle spielen, sind die metakognitiven und affektiven Lernergebnisse, besonders auf die computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung und die Computerangst, bisher selten als Kriterium zur Beurteilung der Wirkungen adaptiver Lernumgebungen herangezogen worden.

Als weiteres Kriterium zur Messung der Wirkung adaptiver Lernumgebungen auf die Lernenden hat sich die Akzeptanz der Lernumgebung entwickelt. Unterschiedliche Modelle unterscheiden sie in Einstellungs- und Verhaltensakzeptanz, wobei lediglich die Einstellungsakzeptanz direkt durch Interventionen verändert werden kann. Diese ist ein starker Prädiktor der Verhaltensakzeptanz, also der tatsächlichen Nutzung, aber nicht der einzige. Wichtige Faktoren, die auf die Einstellungsakzeptanz wirken, sind sowohl in der Person des Anwenders als auch im

technischen und organisatorischen Rahmen der Einführung einer Innovation, im vorliegenden Fall einer adaptiven Lernumgebung, zu suchen. Faktoren, die durch eine adaptive Gestaltung von Lernumgebungen verändert werden können, sind besonders die Einschätzung der Einfachheit der Benutzung und der wahrgenommene Nutzen. Gerade das Verhältnis zwischen dem erwarteten Aufwand und dem erwarteten Nutzen bildet eine wichtige Voraussetzung für eine hohe Einstellungsakzeptanz.

Der aktuelle Stand der Forschung macht es also möglich, adaptive Lernumgebungen hinsichtlich ihrer Eigenschaften zu unterscheiden und die verschiedenen Bereiche ihrer Wirkungen zu beschreiben. Sowohl zur Beurteilung der eigentlichen Wirkungen des Lernens computerbezogener Fertigkeiten stehen theoretische Modelle zur Verfügung als auch zur Ermittlung der Akzeptanz einer Lernumgebung. Zur Gestaltung der Adaptivität von Lernumgebungen bieten sich verschiedene Lernstilmodelle an, gerade die Modelle von Kolb und Felder-Silverman wurden in der Vergangenheit bei der Erstellung adaptiver Lernumgebungen verwendet.

8.2 Offene Fragen

Es wurde deutlich, dass es bereits einige Anwendungen adaptiver Lernumgebungen gibt. Über die Wirkungen bestehen jedoch noch sehr unterschiedliche Aussagen. Dies kann zum einen darauf zurückgeführt werden, dass die einzelnen Umsetzungen adaptiver Lernumgebungen sich bezüglich der Inputmethoden, der Adoptionsgegenstände und -zwecke sowie der Lernermodellierung und des Lernermodells so deutlich unterscheiden, dass eine Ableitung allgemeiner Aussagen über ihre Effekte kaum möglich ist. Darüber hinaus sind die genauen Zusammenhänge zwischen Lernstilen und den interindividuellen Unterschieden der Wirkungen von Lernumgebungen noch nicht abschließend geklärt. Allerdings deutet einiges darauf hin, dass es Zusammenhänge zwischen der Nutzung computerunterstützter Lernumgebungen und dem Lernstil gibt. Als Erklärung kommt die Kritik von Schulmeister (2004) in Betracht, die sich auf die Auswahl des verwendeten Lernstilinventars bezieht. Er bemängelt, dass die Typologien häufig ohne jeden Bezug zu der zu untersuchenden Lernumgebung stehen. Eine gemeinsame theoretische Grundlage der verwendeten Didaktik und des verwendeten Inventars könnte die Qualität der Ergebnisse deutlich erhöhen.

Die erste offene Frage untersucht die Möglichkeit, eine Lernumgebung zu erstellen, die sowohl in der Didaktik als auch in der Modellierung des Lerners auf kompatible theoretische Konzepte zurückgreift.

Verschiedene bestehende Studien attestieren adaptiven Lernumgebungen positive Auswirkungen auf den Lernerfolg der Lernenden. Allerdings weisen einige Studienergebnisse darauf hin, dass durch adaptive Lernumgebungen keine Verbesserung beim Lernerfolg zu erreichen ist. Gerade bei Schulungen zur Nutzung von Computeranwendungen zeigte sich, dass die Wirkungen einer Lernumgebung nicht allein im kognitiven Bereich zu suchen sind, sondern auch bei der Entwicklung von Fertigkeiten und auf der metakognitiven und affektiven Ebene.

Die zweite offene Frage soll die Auswirkungen einer adaptiven Lernumgebung auf die Lernergebnisse überprüfen. Ein besonderes Augenmerk liegt auf den Ergebnissen, die nicht den Wissens- und Fertigkeitszuwachs beschreiben.

Sowohl Ansätze des problemorientierten Lernens als auch eine Vielzahl von Untersuchungen zum erfahrungsorientierten Lernen postulieren für virtuelle Lernumgebungen möglichst reale Problemstellungen beziehungsweise ein Anknüpfen an eigene Erfahrungen. Da eine Erstellung von Lernumgebungen, die für die jeweilige Zielgruppe authentische Problemstellungen enthalten, sehr aufwendig ist und im beruflichen Umfeld die Freiwilligkeit als wichtiges Kriterium für Akzeptanz nicht immer in vollem Maße gegeben ist, könnten sich adaptive Lernumgebungen zur Kompensation dieser Defizite anbieten.

Die dritte offene Frage versucht zu klären, ob adaptive Lernumgebungen helfen, Lernergebnisse zu verbessern, wenn andere Erfolgsbedingungen computergestützter Lernumgebungen suboptimal erfüllt sind.

E-Learning und virtuelle Lernumgebungen werden bei ihrer Einführung im Unternehmenskontext als neu eingeführte Innovation wahrgenommen. Ein großes Problem bei der Implementation ist die mangelnde Akzeptanz der Umgebungen bei der jeweiligen Zielgruppe. Eine Hoffnung, die mit adaptiven Lernumgebungen verbunden ist, besteht darin, dass durch sie die Akzeptanz gesteigert werden kann.

Inwieweit die Akzeptanz virtueller Lernumgebungen durch eine adaptive Gestaltung erhöht werden kann, ist die vierte offene Frage, die in der vorliegenden Arbeit geklärt werden soll.

Aus den bisherigen theoretischen Erkenntnissen und den offenen Fragen können bereits einige Eckpunkte für das Forschungsvorhaben abgeleitet werden. Für die adaptive Lernumgebung der vorliegenden Studie wurde auf Basis der dargestellten Theorien ein makroadaptives Verfahren gewählt, das, orientiert am Präferenzmodell, die Inhaltsgestaltung automatisch vornimmt. Als Adoptionsinput wird ein Fragebogen verwendet, der die Lernstile gemäß der Theorie des erfahrungsorientierten Lernens erhebt. Die besondere Eignung dieses Lernstilmodells auf-

grund seiner theoretischen Tiefe und empirischen Basis wurde im Kapitel 5 bereits erörtert. Weitere Grundlagen für die Erstellung einer Lernumgebung zur Softwareschulung wurden aus den Theorien und Modellen zu computerbezogenen Fertigkeiten abgeleitet. Diese Modelle bieten außerdem den Rahmen zur Beurteilung der Wirkungen, die sich in den verschiedenen Bereichen zeigen können. Als Modell für den metakognitiven Bereich wird die computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung herangezogen, die affektiven Wirkungen sollen anhand der Computerangst überprüft werden. Neben den Lernergebnissen soll die Auswirkung der Adaptivität auf die Akzeptanz gemessen werden. Aus den Akzeptanzmodellen konnte abgeleitet werden, dass sowohl das Verhältnis von Aufwand und Nutzen für die Entwicklung von Akzeptanz bedeutsam ist als auch die allgemeine Einstellung zur Lernumgebung. Diese Aspekte müssen bei der Entwicklung des Forschungsdesigns berücksichtigt werden.

Im folgenden Kapitel werden die hier entwickelten Fragestellungen für eine empirische Studie operationalisiert. Darauf aufbauend wird eine entsprechende adaptive Lernumgebung entwickelt, auf deren Basis die offenen Fragen untersucht werden sollen.

9 Fragestellungen

Im ersten Teil dieser Arbeit wurden die theoretischen Grundlagen zu adaptiven Lernumgebungen diskutiert und die maßgeblichen Studien in diesem Bereich rezipiert. Im Kapitel Zusammenfassung und offene Fragen wurden diese Erkenntnisse nochmals verdichtet und auf vier Fragestellungen zugespitzt, die in einer empirischen Studie untersucht werden sollen.

Die vier zentralen Fragestellungen sind:

1. Ist es möglich, eine adaptive Lernumgebung zu erstellen, die sowohl in der Didaktik als auch in der Modellierung des Lerners auf kompatible theoretische Konzepte zurückgreift?
2. Wie wirkt sich die Adaptivität einer Lernumgebung auf die Lernergebnisse aus?
3. Können adaptive Lernumgebungen dazu beitragen, Lernergebnisse zu verbessern, wenn andere Erfolgsbedingungen computergestützter Lernumgebungen suboptimal erfüllt sind?
4. Kann die Akzeptanz virtueller Lernumgebungen durch eine adaptive Gestaltung erhöht werden?

Diese Fragestellungen sollen die Untersuchung mit einer adaptiven Lernumgebung zum E-Mail-Programm Thunderbird auf der Basis der LiMux-Lernwelt der Landeshauptstadt München leiten. Der spezifische Blickwinkel ist die Vermittlung von computerbezogenen Fertigkeiten. Darüber hinaus wird das Angebot in die bestehende Struktur der Lernwelt integriert werden, daher wird es sich um individuelles Lernen ohne organisierte soziale Interaktion handeln. Da zu allen Fragestellungen im Höchstfall widersprüchliche Ergebnisse vorliegen, handelt es sich um eine Hypothesen generierende Studie.

9.1 Fragestellung 1: Entwicklung konsistenter adaptiver Lernumgebungen

Ist es möglich, eine adaptive Lernumgebung zu erstellen, die sowohl in der Didaktik als auch in der Modellierung des Lerners auf kompatible theoretische Konzepte zurückgreift?

Schulmeister (2004, 2006) kritisiert an bestehenden adaptiven Lernumgebungen, dass das verwendete Lernstilmmodell zur Steuerung der Adaptivität und die didaktische Gestaltung der Lerninhalte nicht in Bezug zueinander stehen. Durch die atheoretische Verwendung von Lernstilkonzepten können die Effekte der

Adaptivität verzerrt werden. Weiter kritisiert er, dass es kaum möglich sei, bei komplexen Lernstilmödellen für jede Ausprägung eine eigene Version der Lerninhalte zu schaffen, da der Aufwand schnell ins Unermessliche steigen würde. Die erste Fragestellung zielt darauf ab, einen Weg zu finden, eine adaptive Lernumgebung zu realisieren, deren didaktische Grundlage und Adoptionskriterium zumindest kompatibel sind. Ferner sollte ein effizienter Weg gefunden werden, die Adaption der Lerninhalte zu realisieren. Die Beantwortung dieser Frage wird nicht direkt über empirische Methoden erfolgen. Zunächst wird die Konzeption einer Lernumgebung dargestellt, die den genannten Anforderungen entspricht. Inwieweit diese Umsetzung als gelungen beurteilt werden kann, wird mithilfe eines Vergleichs der Einschätzung der Qualität zu einer nicht-adaptiven Version ermittelt. Dazu wurden gemäß den Anforderungen der klassischen Testtheorie Skalen entwickelt, die die Lernenden nach der Bearbeitung der Lernumgebung ausfüllten. Die Skalen bezogen sich auf die Qualitätsanalyse, die wahrgenommene Individualisierung und die wahrgenommene Schwierigkeit der Bearbeitung der Inhalte. Durch einen Vergleich zwischen Forschungs- und Kontrollgruppe soll geklärt werden, ob durch die Integration der Adaptivität die Qualität der Lernumgebung beibehalten werden kann. Daraus lassen sich zur Klärung der ersten Forschungsfrage folgende Hypothesen ableiten:

(H1₁) Die Lernenden, die mit der adaptiven Lernumgebung zu Thunderbird arbeiten, schätzen die Qualität der Lernumgebung höher ein als die Lernenden, die mit einer Lernumgebung arbeiten, die nicht adaptiv ist.

(H2₁) Die Lernenden, die mit der adaptiven Lernumgebung zu Thunderbird arbeiten, schätzen die Individualisierung der Lernumgebung höher ein als die Lernenden, die mit einer Lernumgebung arbeiten, die nicht adaptiv ist.

(H3₁) Die Lernenden, die mit der adaptiven Lernumgebung zu Thunderbird arbeiten, schätzen die Schwierigkeit der Bearbeitung der Lernumgebung geringer ein als die Lernenden, die mit einer Lernumgebung arbeiten, die nicht adaptiv ist.

Mit diesen Hypothesen kann die Wahrnehmung der verschiedenen Facetten der Qualität der Lernumgebung durch die Lernenden überprüft werden. Die Möglichkeit, eine adaptive Lernumgebung zu erstellen, in der Lernermodell und didaktische Grundhaltung kompatibel sind, wird am Beispiel des Thunderbirdworkshops-online demonstriert werden. Die Einschätzung der Effizienz des entwickelten Verfahrens wird dort ebenfalls erfolgen.

9.2 Fragestellung 2: Wirkung adaptiver Lernumgebungen auf die Lernergebnisse

Wie wirkt sich die Adaptivität einer Lernumgebung auf die Lernergebnisse aus?

Wie bereits in Kapitel 6 ausgeführt, wirken Trainingsmaßnahmen zu Computeranwendungen auf verschiedene Bereiche. Sie können in die Bereiche Fertigkeiten, kognitive, metakognitive und affektive Wirkungen untergliedert werden (Gupta & Bostrom 2006). Mehrere Untersuchungen zu adaptiven Lernumgebungen zeigten, dass in den Bereichen Wissens- und Fertigkeitenzuwachs keine Veränderungen durch die adaptive Gestaltung zu erwarten sind (Ayersman & von Minden 1995, Schäfer 2004). Um alle Wirkungen auf die Lernergebnisse zu erfassen, wird in der geplanten Studie der Erwerb von Fertigkeiten über die Beobachtung der Interaktion der Lernenden mit einer Simulation der zu erlernenden Software ermittelt. In diesen Simulationen werden die Lernenden aufgefordert, soeben vermittelte Bedienungsschritte nachzuvollziehen. Wenn sie nicht die gewünschte Funktion anklicken, werden sie mit einer Fehlermeldung darauf hingewiesen und können mit der Simulation fortfahren. Jede Interaktion während dieser Simulation wird aufgezeichnet. Je weniger Fehler ein Benutzer bei der Durchführung dieser Simulationen macht, desto mehr Fertigkeiten im Umgang mit dem vermittelten Programm können angenommen werden. Der Erwerb von kognitiven Strukturen in Bezug auf die Software wird nach Abschluss des Trainings mithilfe eines Multiple-Choice-Tests erhoben. Um Verzerrungen und Überbelastungen zu vermeiden, wurde von einem Pretest-Posttest-Design bei der Ermittlung des Wissens Abstand genommen, lediglich eine subjektive Einschätzung des Vorwissens wurde vor Beginn der Bearbeitung erfasst. Die metakognitiven Veränderungen wurden über die computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung der Lernenden erhoben. Dazu wurde eine Skala in Anlehnung an Marakas, Johnson & Clay (2004) und Compeau und Higgins (1995a,b) entwickelt, die vor und nach dem Training zu bearbeiten war. Analog wurde in Anlehnung an Heinssen u.a. (1987) eine Skala zur Messung der Computerangst erstellt, die ebenfalls vor und nach der Bearbeitung auszufüllen war. Folgende Hypothesen wurden zur Beantwortung der Fragestellung entwickelt:

(H4₁) Die Lernenden, die mit der adaptiven Lernumgebung zu Thunderbird arbeiten, machen weniger Fehler bei den Simulationen als Lernende, die mit einer nicht-adaptiven Lernumgebung arbeiten.

(H5₁) Die Lernenden, die mit der adaptiven Lernumgebung zu Thunderbird arbeiten, erreichen im abschließenden Wissenstest eine höhere Punktzahl als Lernende, die mit einer nicht-adaptiven Lernumgebung arbeiten.

(H6₁) Es besteht ein Unterschied bei der computerbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung zu Beginn des Trainings zwischen Lernenden, die mit einer adaptiven Lernumgebung arbeiten, und Lernenden, die mit einer nicht-adaptiven Lernumgebung arbeiten.

(H7₁) Die Lernenden, die mit der adaptiven Lernumgebung zu Thunderbird arbeiten, weisen nach dem Training eine größere computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung auf als Lernende, die mit einer nicht-adaptiven Lernumgebung arbeiten.

(H8₁) Die Lernenden weisen nach dem Training einen höheren Wert bei der computerbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung auf als zu Beginn des Trainings.

(H9₁) Die Lernenden, die mit der adaptiven Lernumgebung zu Thunderbird arbeiten, weisen nach dem Training einen größeren Zuwachs bei der computerbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung auf als Lernende, die mit einer nicht-adaptiven Lernumgebung arbeiten.

(H10₁) Die Lernenden, die mit der adaptiven Lernumgebung zu Thunderbird arbeiten, weisen vor dem Training einen Wert bei der Computerangst auf, der sich von dem von Lernenden, die nicht mit einer adaptiven Lernumgebung arbeiten, unterscheidet.

(H11₁) Die Lernenden, die mit der adaptiven Lernumgebung zu Thunderbird arbeiten, weisen nach dem Training eine geringere Computerangst auf als Lernende, die nicht mit einer adaptiven Lernumgebung arbeiten.

(H12₁) Die Lernenden weisen nach dem Training einen geringeren Wert bei der Computerangst auf als zu Beginn des Trainings.

(H13₁) Die Lernenden, die mit der adaptiven Lernumgebung zu Thunderbird arbeiten, weisen nach dem Training eine größere Abnahme bei der Computerangst auf als Lernende, die nicht mit einer adaptiven Lernumgebung arbeiten.

(H14₁) Die Mittelwerte der Lernergebnisse der Lernstilgruppen der Lernenden in einer nicht-adaptiven Lernumgebung unterscheiden sich.

(H15₁) Die Mittelwerte der Lernergebnisse der Lernstilgruppen der Lernenden in einer adaptiven Lernumgebung unterscheiden sich.

Mit der Überprüfung dieser Hypothesen können Aussagen dazu getroffen werden, ob eine adaptive Lernumgebung den Lernergebnissen zugute kommt und ob signifikante Unterschiede zwischen den Untersuchungsgruppen bei den metakognitiven und affektiven Ergebnissen zu verzeichnen sind. Die Auswirkungen auf der

fertigkeitsbezogenen und der kognitiven Ebene sollen ebenfalls erfasst werden, bisherige Studien zeigten diesbezüglich jedoch sehr unterschiedliche Ergebnisse. Daher wird in der vorliegenden Studie versucht, über die exakte Beobachtung der Interaktion zumindest zur FertigkeitSENTWICKLUNG möglichst genaue Daten zu erhalten, die vielleicht signifikante Ergebnisse produzieren. Neben der Annahme, dass adaptive Lernumgebungen die Ergebnisse bei den verschiedenen Dimensionen der Lerneffekte verbessern, wird durch die letzten beiden Hypothesen die Frage bearbeitet, inwieweit lernstilbedingte Unterschiede bei den Lernergebnissen durch adaptive Lernumgebungen kompensiert werden können.

9.3 Fragestellung 3: Interaktion von Adaptivität und anderen Erfolgsbedingungen computergestützter Lernumgebungen

Können adaptive Lernumgebungen dazu beitragen, Lernergebnisse zu verbessern, wenn andere Erfolgsbedingungen computergestützter Lernumgebungen suboptimal erfüllt sind?

Sowohl in problemorientierten Lernumgebungen als auch in Lernumgebungen, die den Anforderungen der Theorie des erfahrungsorientierten Lernens genügen sollen, werden reale Problemstellungen und ein möglichst enger Bezug der Lerninhalte zur individuellen Lebenssituation als Grundlage erfolgreichen Lernens gefordert (Kolb & Kolb 2005b, Nistor & Schäfer 2004, siehe auch Kapitel 5.5). Für die Formulierung der Hypothesen werden diese Anforderungen in Anlehnung an Henninger, Mandl, Pommer & Linz (1999) unter dem Begriff der Authentizität subsumiert. Weitere Unterschiede zwischen den beiden Populationen (z.B. Alter oder Lebenssituation) werden dabei aus sprachlichen Gründen nicht weiter benannt. Diese sind bei der Würdigung der Ergebnisse jedoch wieder zu berücksichtigen. Adaptivität wird ebenfalls als wichtige Grundlage für Lernerfolge dargestellt. Der Zusammenhang zwischen allgemeinen Gestaltungsrichtlinien und Adaptivität wurde in diesem Sinne jedoch bisher kaum untersucht. Schulmeister (2006) fordert, möglichst offene und aktive Lernumgebungen zu schaffen, um den Lernenden so zu ermöglichen, selbst die Aspekte zu wählen, die ihr Lernen unterstützen. Gerade in diesem Kontext ist es interessant, inwieweit beide Formen der didaktischen Gestaltung notwendig sind bzw. ob es möglich ist, eine Hierarchie der Notwendigkeit der beiden Konzepte zu erstellen. In der vorliegenden Studie wurde die entwickelte Lernumgebung von Mitarbeitern der Landeshauptstadt München und von Studenten der Katholischen Universität Eichstätt-Ingolstadt bearbeitet. Folgende Hypothesen wurden in diesem Kontext überprüft:

(H16₁) Lernende, für die die Problemstellungen in der Lerneinheit authentisch sind, erreichen in einer adaptiven Lernumgebung höhere Werte bei den Lernergebnissen¹ als Lernende, für die die Problemstellungen nicht authentisch sind.

(H17₁) Lernende, für die die Problemstellungen in der Lerneinheit authentisch sind, erreichen in einer nicht-adaptiven Lernumgebung höhere Werte bei den Lernergebnissen¹ als Lernende, für die die Problemstellungen nicht authentisch sind.

(H18₁) Lernende, für die die Problemstellungen in der Lerneinheit authentisch sind, zeigen in einer adaptiven Lernumgebung höhere Werte bei der Akzeptanz der Lernumgebung als Lernende, für die die Problemstellungen nicht authentisch sind.

(H19₁) Lernende, für die die Problemstellungen in der Lerneinheit authentisch sind, zeigen in einer nicht-adaptiven Lernumgebung höhere Werte bei der Akzeptanz der Lernumgebung als Lernende, für die die Problemstellungen nicht authentisch sind.

(H20₁) Ob Lernende in einer adaptiven Lernumgebung bessere Lernergebnisse erzielen, als Lernende in einer nicht-adaptiven Lernumgebung kommt darauf an, ob die Lerninhalte für sie authentisch sind.

Die Beantwortung dieser Hypothesen ermöglicht eine erste Einschätzung des Zusammenhangs zwischen authentischen Problemstellungen und Adaptivität. Besonders die ersten vier Hypothesen ermöglichen diesen Kontrast. Durch die letzte Hypothese wird die Interaktion der beiden Ansätze bei den Untersuchungsteilnehmern überprüft.

9.4 Fragestellung 4: Erhöhung der Akzeptanz der Lernumgebung

Kann die Akzeptanz virtueller Lernumgebungen durch eine adaptive Gestaltung erhöht werden?

Die Akzeptanz einer Innovation – in der vorliegenden Studie der adaptiven Lernumgebung – ist das Konstrukt, das erklärt, in welchem Maße die Adressaten der Innovation diese annehmen und nutzen (Venkatesh & Davis 2000). Bei computerunterstützen Lernumgebungen wurde häufig beklagt, dass ihre Akzeptanz bei der Zielgruppe gering sei (Harhoff & Küpper 2002, KPMG 2001). Um dies zu klären, wurde nach den Prinzipien der klassischen Testtheorie eine Skala zur

¹ Die Hypothesen zu dieser Fragestellung überprüfen die angegebenen Wirkungen für jede Dimension der Lernergebnisse, analog zu den Hypothesen zu Fragestellung 2. Aus Lesbarkeits- und Platzgründen werden die Hypothesen für die einzelnen Dimensionen nicht einzeln aufgeführt.

Messung der Akzeptanz entwickelt, die von den Teilnehmern der Studie nach dem Training ausgefüllt wurde. Ein weiteres Indiz für die Akzeptanz einer Technik ist die reale Nutzung und die subjektive Einschätzung der Nutzungsdauer. Aufbauend auf Ergebnissen aus der Marktforschung kann angenommen werden, dass die Größe der Differenz zwischen objektiver und subjektiver Nutzung ein sicheres Indiz für die Akzeptanz eines Online-Angebotes darstellt. In Experimenten mit Webshops konnte ein deutlicher Zusammenhang zwischen der wahrgenommenen Nutzungsdauer und der Akzeptanz des entsprechenden Shops gezeigt werden (Schmeißer & Sauer 2005). Zur Ermittlung der objektiven Nutzungsdauer wurde der Beginn der Bearbeitung des Trainings und das Ende in einer Datenbank notiert. Die subjektive Einschätzung der Bearbeitungsdauer wurde am Ende des Trainings abgefragt. Folgende Hypothesen sollten so überprüft werden:

(H21₁) Lernende, die in einer adaptiven Lernumgebung lernen, weisen einen höheren Wert auf der Akzeptanzskala auf als Lernende in einer nicht-adaptiven Lernumgebung.

(H22₁) Lernende, die in einer adaptiven Lernumgebung lernen, weisen eine größere Differenz zwischen objektiver und subjektiver Nutzungsdauer der Lernumgebung auf als Lernende in einer nicht-adaptiven Lernumgebung.

Mit diesen beiden Hypothesen können einerseits die subjektiven Aspekte der Einstellungsakzeptanz gemessen werden, andererseits objektive Beobachtungsdaten zur realen Nutzung erfasst werden. Die Dauer allein bietet allerdings kein verlässliches Indiz für die Akzeptanz, da sie, anders als bei Unterhaltungsangeboten, nicht nur von der Zufriedenheit mit dem Angebot geprägt wird, sondern auch von der Lerngeschwindigkeit des Nutzers.

Die Forschungsfragen wurden in diesem Kapitel zu Hypothesen operationalisiert. Dabei wurden einige Spezifizierungen aus Platz- und Übersichtlichkeitsgründen nicht konsequent dargestellt. Im Rahmen der Darstellung der Forschungsergebnisse werden diese jedoch den entsprechenden Raum erhalten.

Die Hypothesen sind jeweils als Alternativhypothesen formuliert, entsprechende Nullhypotesen werden bei der Bearbeitung der Forschungsergebnisse zur statistischen Testung gegenübergestellt. Bevor nun die eigentliche Studie vorgestellt wird, wird im nächsten Kapitel die Entwicklung des Thunderbirdworkshop-online und der zugrunde liegenden adaptiven Lernumgebung dargestellt.

10 Thunderbirdworkshop-online

Die vorliegende Studie wurde in zwei Teilen durchgeführt. Das primäre Feld war die Stadtverwaltung der Landeshauptstadt München. Um Vergleichsdaten einer Population zu haben, für die die Studie nicht direkt konzipiert wurde, wurde sie mit minimalen Modifikationen auch mit Studenten durchgeführt. Da die Lernumgebung komplett auf das Feld der Landeshauptstadt München zugeschnitten war, wird dieses im Folgenden beschrieben.

Für die Studie wurde eine computergestützte Lerneinheit neu erstellt, die sich in die LiMux-Lernwelt der Landeshauptstadt München integrieren ließ. Zum besseren Verständnis wird im Folgenden zunächst die allgemeine Lernwelt dargestellt, bevor die Entwicklung der Lerneinheit „Thunderbirdworkshop-online“ genauer beschrieben wird.

10.1 Vorstellung der LiMux-Lernwelt

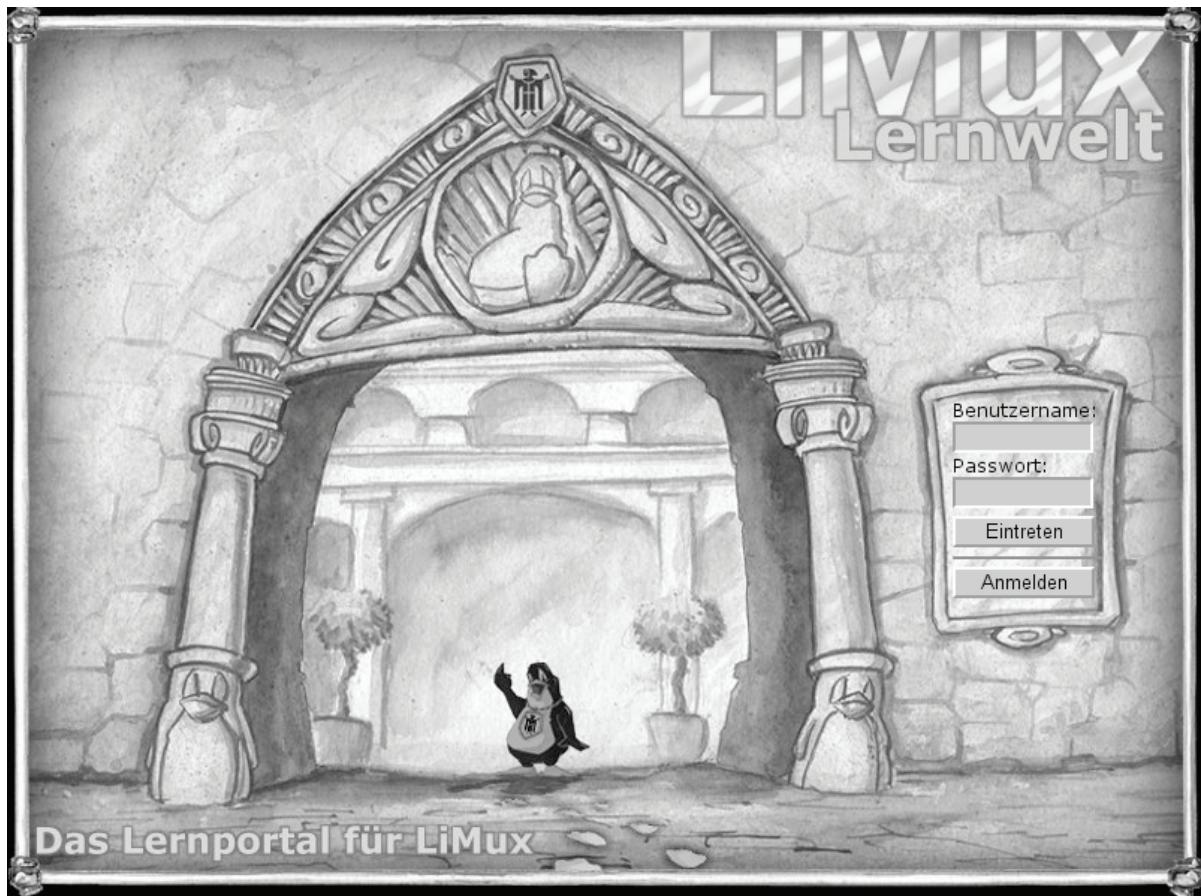


Abb. 10.1: Startseite der LiMux-Lernwelt

Die Lernwelt der Landeshauptstadt München ist Teil des LiMux-Projektes. Nach einer relativ langen Entscheidungsphase, die große Aufmerksamkeit in der Öffentlichkeit genoss, beschloss der Münchner Stadtrat am 28.05.2003, zukünftig

auf den Arbeitsplatzrechnern der Landeshauptstadt München freie Software einzusetzen. Der Stadtrat erwartete sich von dieser Entscheidung langfristig eine größere Herstellerunabhängigkeit, mehr Wettbewerb auf dem Softwaremarkt und mehr Systemsicherheit. Die konkrete Umstellung der IT auf OpenSource-Programme wurde durch den Stadtratsbeschluss vom 16. Juni 2004 angestoßen. Danach sollte ein Plan erstellt werden, der die Migration von den Betriebssystemen und Büroanwendungen der Firma Microsoft zu Linux und OpenSource-Bürosoftware steuerte (Hoegner 2006). Am 20. September 2006 begann die Umstellung von 14.000 Arbeitsplatzrechnern auf freie Software. Als Betriebssystem kommt Debian Linux 3.1 mit der grafischen Benutzeroberfläche KDE 3.5 zum Einsatz, als Bürosoftware OpenOffice 2.0 und für Internet und Mail die Programme Firefox 1.5.x und Thunderbird 1.5.x (Schießl 2008).

Um die ca. 16.000 Mitarbeiter der Landeshauptstadt München im Umgang mit der neuen Software optimal zu schulen, wurde ein mehrgliedriges Schulungskonzept entwickelt. Einerseits enthielt es klassische Präsenzschulungen, die idealerweise direkt vor der Migration der einzelnen Abteilungen stattfinden sollten. Andererseits sollte mit der LiMux-Lernwelt ein E-Learning-Angebot entstehen, das den Mitarbeitern ermöglicht, selbstständig die Benutzung der neuen Software zu erlernen (Lerche et al. im Druck).

Die didaktische Konzeption geht auf das AMIT-Konzept zurück, das seit 2003 in einer Kooperation der Ludwig-Maximilians-Universität München, Lehrstuhl für empirische Pädagogik, mit der soluzione Training GmbH München entwickelt wurde. Das Akronym AMIT steht dabei für Arbeitsprozessorientiertes Modulares Individualisiertes Training. Teil des Konzeptes ist die benutzerinitiierte Adaption. Dabei haben die Lernenden die Möglichkeit, Teilbereiche des Trainings zu wählen oder zu deaktivieren, sie können zwischen unterschiedlichen Formen der Lernunterstützung wählen und die Navigation nach eigenem Belieben gestalten. Besonderer Wert wird darauf gelegt, dass der Benutzer die Anpassungen selbst vornimmt und sie nicht automatisch von der Lernumgebung vorgenommen wird. Weiter zeichnet das AMIT-Konzept aus, dass nach den Prinzipien der Mass Customization (Nistor 2006) schon früh während der Konzeption einer Lernumgebung gemeinsam mit dem Auftraggeber die Voraussetzungen der späteren Lernenden möglichst exakt bestimmt werden und gemeinsam geklärt wird, welche Lernvoraussetzungen individualisiert werden sollen (Nistor & Drews 2003, Lerche et al. im Druck).

The screenshot shows a website with a decorative header featuring two stylized figures and the text "Information und Kommunikation". To the right is the "LiMUX" logo with "Landeshauptstadt München". Below the header, a navigation bar includes "Themenauswahl → Übersicht" and a link to download the content as a PDF. The main content area displays a tree view of course modules under "Information und Kommunikation".

- 1 Internet**
 - 1 Einleitung**
 - 1 Eine typische Problemstellung Einleitung
- 2 IT-Sicherheit im Internet Intranet**
 - 1 Überblick
 - 2 Die Existenz und Bedeutung der gesamtstädtischen Dienstanweisung zu Internet Intranet und E-Mail
 - 3 Regeln zur privaten Nutzung des Internet
 - 4 Zusammenfassung
- 3 Erste Schritte mit Firefox**
 - 1 Überblick
 - 2 Firefox starten und beenden
 - 3 Firefox beenden

Next to each module, there are links labeled "Skript" and "Demo". A "PDF" link is also present at the top right.

Abb. 10.2: Die Inhaltsübersicht der LiMux-Lernwelt in der Baumansicht

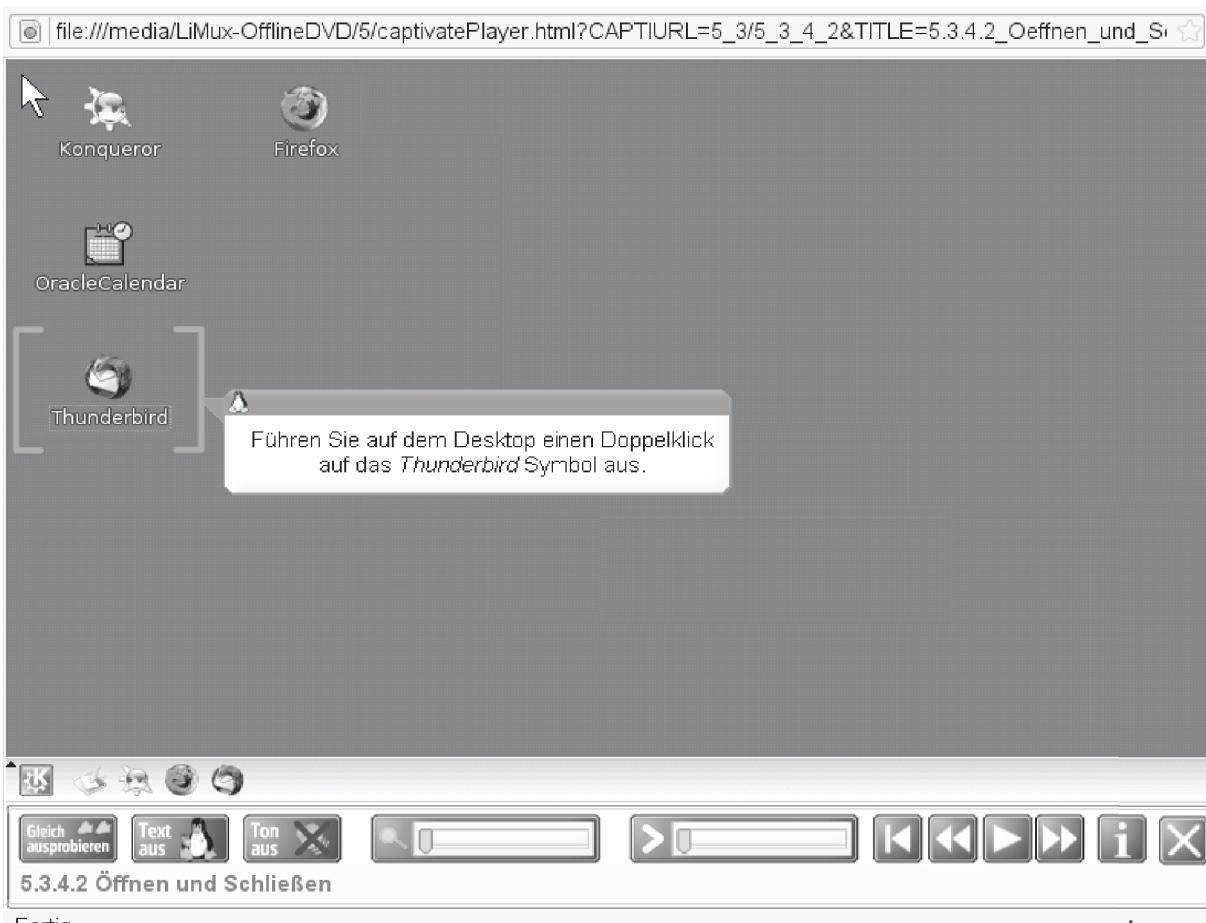


Abb. 10.3: Die Demonstration eines Lerninhalts in der LiMux-Lernwelt

In der LiMux-Lernwelt wird die benutzerinitiierte Adaptivität dadurch umgesetzt, dass die Lernenden mithilfe einer testgestützten Lernbedarfsermittlung Wissenslücken identifizieren können und die nötigen Schulungselemente zur Beseitigung der Lücken entsprechend feinkörnig vorliegen. Die Navigation unterstützt unterschiedliche Darstellungsformen. Es besteht die Möglichkeit die Inhalte als Verzeichnisansicht, analog zur Verzeichnisansicht im Windowsexplorer, anzuzeigen, als Baumstruktur, in der die Unterthemen ein- und ausgeblendet werden können, darzustellen oder in der Lernpfadansicht alle Inhalte nacheinander aufzurufen (Lerche, et al. im Druck).

3.2.5 Zeilen und Spalten

Übung 1

The screenshot shows a computer interface for an exercise. On the left, there is a text box containing German instructions about editing a spreadsheet file. Below the text box are three buttons: "Aufgabe drucken" (print task), "Übung starten" (start exercise), and "Vorschlag ansehen" (view suggestion). On the right side of the interface is a cartoon illustration of a penguin wearing a graduation cap and holding a pencil.

Abb. 10.4: Eine Übungsaufgabe in der LiMux-Lernwelt

Standardmäßig unterstützen die Lernmaterialien unterschiedliche Modularitätspräferenzen. Dazu liegen die Inhalte einerseits als Skripte vor, also als textgestützte Erklärungen der Lerninhalte. Darüber hinaus werden in Präsentationen und Simulationen die Lerninhalte in Form von animierten Sequenzen vermittelt.

Dabei wird die Funktionsweise der betreffenden Software in Demonstrationen lediglich gezeigt, eine Interaktion mit dem Lernenden ist nicht vorgesehen. In den anschließenden Simulationen hat dieser die Möglichkeit, selbst die gelernten Schritte in einer simulierten Softwareumgebung nachzuvollziehen (Lerche et al. im Druck).

Zu größeren Themenkomplexen stellt die LiMux-Lernwelt Übungen bereit, in denen die Lernenden an ihren eigenen Rechnern komplexere Aufgaben mit der zu erlernenden Software bewältigen müssen. Die Ergebnisse können sie mit Lösungsvorschlägen von Experten vergleichen (Lerche et al. im Druck).

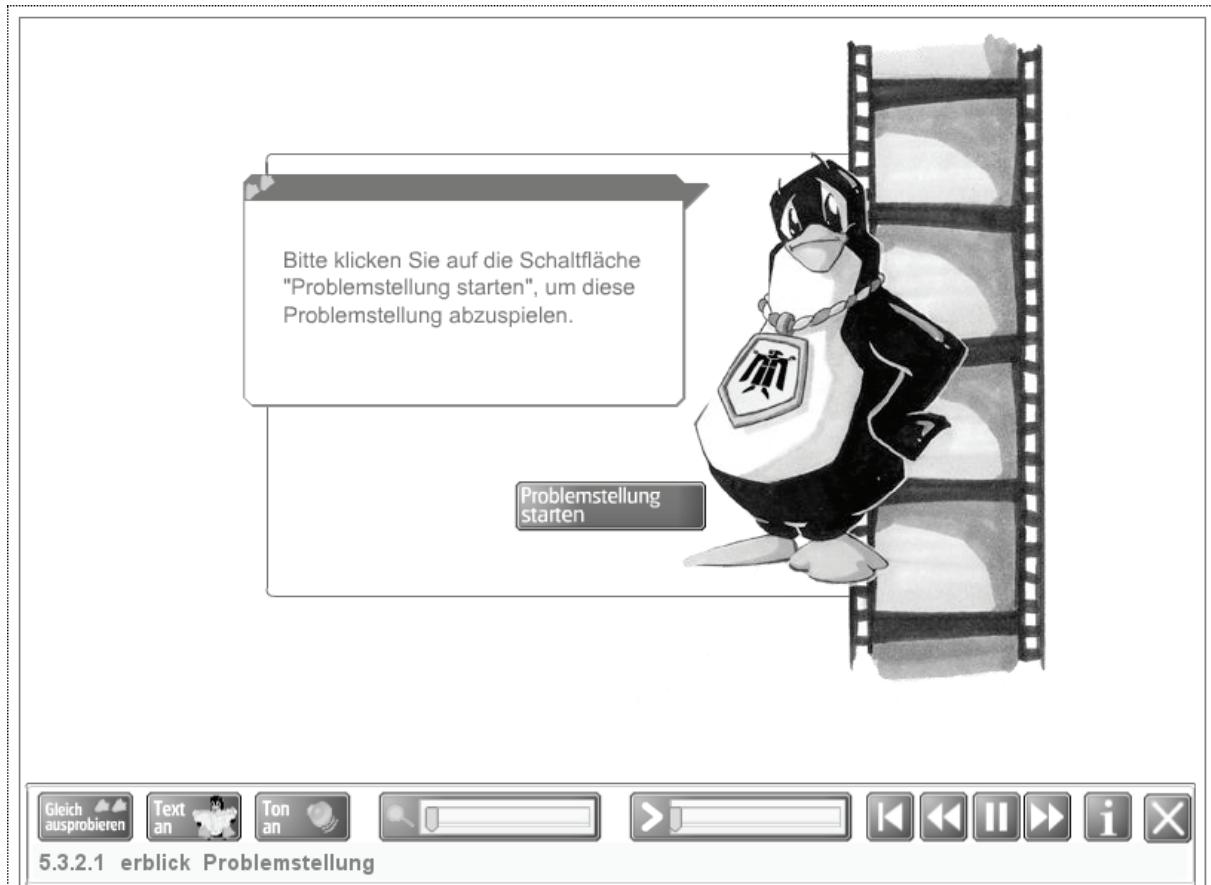


Abb. 10.5: Der Beginn einer Problemstellung in der LiMux-Lernwelt

Auch der Umfang der Inhalte kann durch die Lernenden beeinflusst werden. Es besteht die Möglichkeit, die Anzeige auf die Inhalte zu beschränken, die bei der Lernbedarfsermittlung als relevant identifiziert wurden, die Lerninhalte anzuzeigen, die besondere Unterschiede zur vorherigen Officesoftware erläutern, oder alle Lerninhalte zu behandeln. In den Standardeinstellungen unterstützt die Lernumgebung problemorientiertes Lernen, da zu jeder Lerneinheit zuerst eine authentische Problemstellung präsentiert wird, bevor die Inhalte mit den unterschiedlichen Materialien vermittelt werden. Auch darin wird konsequent Bezug auf authentische Probleme aus dem Kontext der Stadtverwaltung genommen (Lerche et al. im Druck).

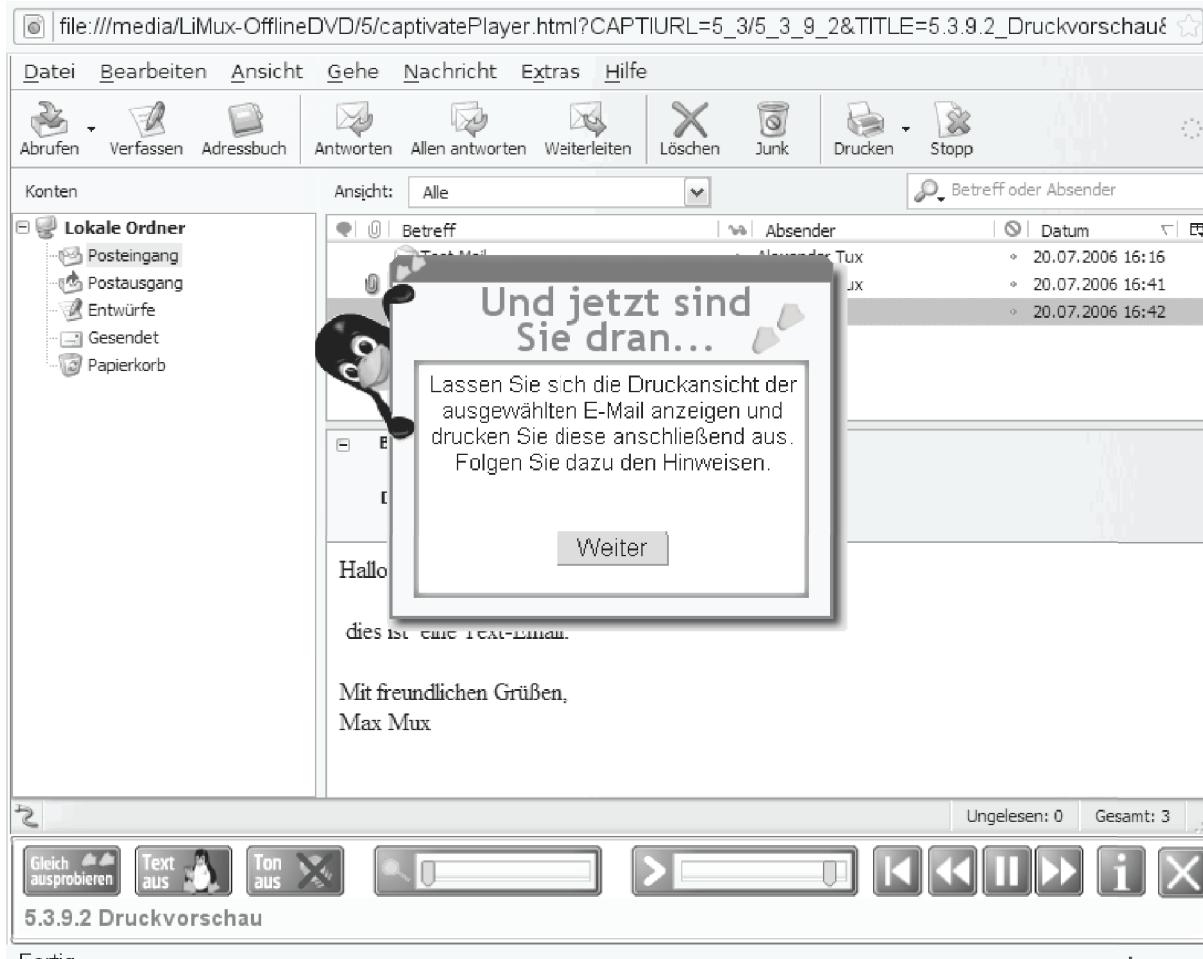


Abb. 10.6: Beginn einer Simulation in der LiMux-Lernwelt

10.2 Entwicklung der Basisversion des Thunderbirdworkshops-online

Für die vorliegende Studie wurde eine Kopie der LiMux-Lernwelt auf einem Server der Ludwig-Maximilians-Universität München installiert. Diese war in den gestalterischen Elementen mit der Version aus dem Intranet der Landeshauptstadt identisch. Um die Studie wie geplant durchführen zu können, musste die Lernumgebung in einigen Bereichen verändert werden: Die Fragebögen zur Vor- und Nachbefragung wurden so in die Lernumgebung integriert, dass ein Start der inhaltlichen Bearbeitung des Workshops erst nach der vollständigen Bearbeitung der Vorbefragung möglich war. Außerdem wurde die Möglichkeit, die zu bearbeitenden Inhalte selbst zu wählen, deaktiviert, sodass die Untersuchungsteilnehmer die Inhalte innerhalb eines linearen Lernpfads präsentiert bekamen. Nach der Bearbeitung des Lernpfades wurde die Nachbefragung angezeigt. Nachdem diese ausgefüllt war, wurde den Lernenden das Ergebnis des Lernstiltests aus der Vorbefragung mit einer kurzen populärwissenschaftlichen Erklärung präsentiert.

Ein technisch aufwendigerer Eingriff war die Realisierung der Aufzeichnungsoption bei den Simulationen. Die Simulationen wurden mit dem Programm Adobe® Captivate® im Adobe® Flash®-Format erstellt. Dieses Format ermöglicht interaktive multimediale Darstellungen in einem Webbrowser. Adobe® Captivate® bietet darüber hinaus, die erstellten Dateien konform zum SCORM®-Standard (Sharable Content Object Reference Model Standard) zu entwickeln (Ostyn 2006). Dieser Standard bietet die Grundlagen, um Interaktionsdaten aus der Flash®-Anwendung in das Lernsystem zu übertragen und so Informationen über die Dauer und Art der Interaktion mit der entsprechenden Anwendung zu speichern. Um die Fehler der Nutzer bei den Simulationen erfassen zu können, wurde auf Basis des SCORM®-Players von Claude Ostyn (Ostyn 2006) ein eigener SCORM®-Player in die Lernumgebung integriert, der Daten zur Nutzungsdauer und den Fehlern in den Simulationen in einer Datenbank speichert.

10.2.1 Identifikation der Lerninhalte für den Thunderbirdworkshop-online

In einem intensiven Beratungsprozess wurden mit den Mitarbeitern des IT-Supports des Sozialreferats Probleme bei der Nutzung des E-Mail-Programms Thunderbird identifiziert, die bei den Nutzern häufig auftraten. Gemeinsam wurde die inhaltliche Ausrichtung der Schulung festgelegt und schließlich die Gliederung der Inhalte des zu erstellenden Workshops vereinbart. Folgende Themenkomplexe wurden identifiziert:

1. Fortgeschrittene Funktionen beim Verfassen von E-Mails: Zwar bereitet es den Mitarbeitern der Stadtverwaltung keine Probleme, einfache E-Mails zu versenden und zu empfangen, jedoch bietet Thunderbird einige fortgeschrittene Funktionen zur komfortableren Mailgestaltung. Im Netzwerk der Landeshauptstadt München befindet sich ein LDAP-Server¹, der in das Adressbuch von Thunderbird eingebunden ist. Damit hat man Zugriff auf alle E-Mail-Adressen der Mitarbeiter der Landeshauptstadt. Die Nutzung dieser Funktion wurde zu Beginn des Workshops erläutert. Ebenso kam es im Umgang mit Anhängen an eingehende Mails und dem Weiterleiten von Nachrichten immer wieder zu Schwierigkeiten. Daher wurden hierzu ebenfalls Lerneinheiten integriert. Die Möglichkeit, automatisch Absenderinformationen in eine E-Mail einzufügen, war ein weiteres Thema, zu dem der IT-Support häufig befragt wurde. Daher wurde dazu eine Lerneinheit erstellt. Thunderbird hält im Menü

¹ LDAP-Server bezeichnet einen Server, der in einem Netzwerk Informationen nach dem Lightweight Directory Access Protocol zur Verfügung stellt. Diese Informationen sind zumeist Anmeldeinformationen oder Adressangaben.

„Verfassen“ einige Optionen bereit, die für den professionellen E-Mail-Verkehr von Nutzen sein können. Daher wurde auf die Möglichkeit der Rechtschreibprüfung, die Vor- und Nachteile der Formatierung von E-Mails mithilfe der Hypertext Markup Language (HTML) und Empfangsbestätigungen in diesem Themenkomplex näher eingegangen.

2. Ordner- und Nachrichtenverwaltung: Beim übersichtlichen Organisieren eingehender E-Mails bietet Thunderbird Unterstützung durch die Möglichkeit, eine Ordnerstruktur zu erstellen. Neben einigen für die Münchner Stadtverwaltung spezifischen Einstellungen wurden hier die Kennzeichnung von E-Mails und die verschiedenen Optionen bei der Darstellung von E-Mail-Ordnern im Programmfenster trainiert.
3. Durchsuchen und Filtern des Mailbestandes: Das E-Mail-Programm Thunderbird ist mit einer sehr flexiblen Suchfunktion ausgestattet. Die fortgeschrittene Benutzung dieser Suchfunktion und logisch darauf aufbauender Funktionen wie Filterregeln wurde in diesem Themenkomplex behandelt. Das Konzept des virtuellen Ordners, an sich eine fest gespeicherte, bei jedem Aufruf aktualisierte Suchfunktion, zählt zu den am häufigsten gewürdigten Produktmerkmalen von Thunderbird. Die Nutzung im Kontext der Stadtverwaltung wurde in diesem Bereich vermittelt.
4. Erweiterte Funktionen: Im Bereich der erweiterten Funktionen wurden die Funktionen, die über den Menüpunkt „Erweiterte Optionen“ in Thunderbird aufrufbar sind, behandelt. Gerade bei der Stadtverwaltung ist der Umgang mit Passwörtern immer wieder von Schwierigkeiten geprägt gewesen, weshalb eine Einheit zu diesem Thema in den Workshop aufgenommen wurde. Die Optionen zum Speichern von E-Mail-Adressen, an die eine E-Mail verschickt wurde, und Darstellungsprobleme aufgrund der Einstellungen zum verwendeten Zeichensatz waren außerdem Teil dieser Lerneinheit.

10.2.2 Konzeption der Basisversion des Thunderbirdworkshops-online

Der Thunderbirdworkshop-online sollte sich möglichst nahtlos in die bestehende LiMux-Lernwelt einfügen. Daher wurde bei der Gestaltung der Oberfläche und der Didaktik darauf geachtet, möglichst nah an der LiMux-Lernwelt zu bleiben. Es wurden zu jeder Lerneinheit und zu jedem Themenkomplex authentische Situationen aus dem Umfeld der Stadtverwaltung gesucht, anhand derer jeweils das Thema bearbeitet werden sollte. Ferner wurden für jeden Lerninhalt Skripte, Demonstrationen und Übungen erstellt, die in der Gestaltung der grafischen Elemente und der didaktischen Planung an der LiMux-Lernwelt orientiert waren.

Grundsätzlich folgte jede Lerneinheit derselben didaktischen Taktung wie in der LiMux-Lernwelt. Zu Beginn wurde eine authentische Problemstellung mithilfe eines kurzen Videos angezeigt. Im Anschluss daran hatten die Lernenden die Möglichkeit, das Skriptum zu der Lerneinheit zu lesen. Danach erfolgte die Präsentation der notwendigen Bedienungsschritte mittels einer audiovisuellen Demonstration auf Basis von Bildschirmfotos von Thunderbird. Direkt im Anschluss an die Präsentation hatten die Lernenden die Gelegenheit, das Erlernte in einer Simulation umzusetzen. Die dort zu lösende Aufgabe orientierte sich sehr eng am Inhalt der Demonstration. Nach jedem längeren Themenkomplex wurde in einer längeren Übungsaufgabe, die am eigenen PC bearbeitet werden sollte, das erlernte Wissen angewendet.

Im Unterschied zur LiMux-Lernwelt wurden einige adaptive Funktionalitäten deaktiviert. Dies geschah zum einen aus technischen Gründen, zum anderen sollten für die Vergleichbarkeit der Forschungsergebnisse die Variationsmöglichkeiten in der Präsentation der Lerninhalte so gering wie möglich gehalten werden. Daher konnten die Lernenden keinen Einfluss auf die Navigation nehmen, sie hatten lediglich die Möglichkeit, den Lernpfad zu starten und dort vor- und zurückzublättern.

10.2.3 Umsetzungsbeispiel der Basisversion

Exemplarisch für den gesamten Workshop soll im Folgenden anhand der Lerneinheit „6.2.2.2. – Das Adressbuch aus dem LDAP-Verzeichnisdienst verwenden“ die didaktische Gestaltung des Thunderbirdworkshops dargestellt werden.

1. Die Problemstellung: In der Problemstellung wird versucht, an einen alltäglichen Problemzusammenhang anzuknüpfen. Daher wird in einem Video gezeigt, wie Thunderbird die in einer E-Mail eingegebenen Adressen zu vervollständigen versucht. Gleichzeitig wird im Kommentar erläutert, dass diese Funktion mit dem LDAP-Server zusammenhängt, und das Lernziel, die Nutzung dieses Dienstes am eigenen Arbeitsplatz, erläutert.
2. Das Skriptum: Alle Operationen, die nötig sind, um den LDAP-Server im eigenen Thunderbird zu nutzen, werden angereichert mit Bildschirmfotos auf einer statischen Seite erläutert.
3. Die Demonstration: In einem Video wird die normale Funktionsweise von Thunderbird in Verbindung mit einem LDAP-Server erläutert. Außerdem wird der Nutzen dieses Dienstes anhand häufig auftretender Namen verdeutlicht und die Nutzung des LDAP-Servers als Adressbuch demonstriert.

4. Die Simulation: Der Lernende adressiert selbst eine E-Mail an die E-Mail-Adresse, die bereits in der Demonstration verwendet wurde. Dabei werden ihm die einzelnen Schritte in Textform eingeblendet. Wenn der Nutzer an die falsche Stelle in Thunderbird klickt, wird er darauf hingewiesen und ihm wird erklärt, welche Funktion er stattdessen anwählen soll.

In diesem Sinne wurde der gesamte Thunderbirdworkshop-online umgesetzt. Die Basisversion diente dabei zum einen als Lerninhalt für die Kontrollgruppe der Studie, zum anderen konnte so sichergestellt werden, dass die Qualität des Workshops mit der LiMux-Lernwelt vergleichbar war. Im folgenden Kapitel wird nun ein Verfahren entwickelt, um Lerninhalte so zu gestalten, dass sie in adaptiven Lernumgebungen verwendet werden können.

10.3 Entwicklung der adaptiven Lernumgebung

Um eine adaptive Lernumgebung für den Thunderbirdworkshop-online zu erstellen, muss zunächst geklärt werden, wie die Adaptivität nach der Theorie des erfahrungsorientierten Lernens zu realisieren ist und ob eine entsprechende adaptive Gestaltung kompatibel mit der bestehenden Lernwelt ist. Nach Klärung dieser Aspekte wird das Vorgehen zur Erstellung der adaptiven Version des Thunderbirdworkshops-online exemplarisch an einem Lernobjekt dargestellt.

Nach der Theorie des erfahrungsorientierten Lernens vollzieht sich menschliches Lernen in einem zirkulären Prozess aus konkreter Erfahrung, reflektierendem Beobachten, abstrakter Begriffsbildung und aktivem Experimentieren. Für ein gelingendes Lernen muss jede dieser Phasen durchlaufen werden. Jeweils zwei dieser Phasen bilden antagonistisch entgegengesetzte Pole auf einem Kontinuum. Dabei beschreibt das Kontinuum aus konkreter Erfahrung und abstrakter Begriffsbildung die Dimension der Aufnahme von Inhalten, während die Dimension der Verarbeitung gelernter Inhalte von den Polen reflektierendes Beobachten und aktives Experimentieren definiert wird. Lernende haben bei beiden Dimensionen individuelle Präferenzen, die sich unterschiedlich stark zu einem der Pole hin ausprägen. Aus der Kombination der Präferenzen bei den beiden Dimensionen lassen sich vier Lernstile ableiten: Den Divergierer, dessen Präferenzen auf einer Aufnahme von Informationen über konkrete Erfahrungen und der Verarbeitung über reflektierendes Beobachten liegen, den Assimilierer, der bevorzugt Informationen über abstrakte Begriffsbildung aufnimmt und über reflektierendes Beobachten verarbeitet, den Konvergierer, der Informationen bevorzugt über abstrakte Begriffsbildung aufnimmt und über aktives Experimentieren verarbeitet und den

Akkommodierer, der Informationen über konkrete Erfahrungen aufnimmt und über aktives Experimentieren verarbeitet (Kolb 1984).

Bei der Gestaltung einer Lernumgebung stehen sich daher zwei Ansprüche gegenüber: Zum einen soll der gesamte Lernkreislauf durchlaufen werden, zum anderen lernen Personen der jeweiligen Lernstile am besten, wenn bestimmte Phasen des Lernkreislaufs betont werden. Im Folgenden werden diese beiden (hypothetischen) Idealszenarien kurz dargestellt.

10.3.1 Vollständig optimierter Lernkreislauf

In diesem Szenario sind alle vier Phasen des Lernkreislaufs optimal ausgebaut. Gemäß der unterschiedlichen Ergebnisse zur Gestaltung der einzelnen Phasen (vgl. Kapitel 5) durchläuft der Lehrende dabei mehrfach Rollenwechsel und die Inhalte werden über konkrete Erfahrungen und über theoretische Betrachtungen aufgenommen. Sie werden sowohl über nach innen gerichtete Reflexionen als auch über nach außen gerichtete Versuche verarbeitet.

Es gibt einzelne Versuche, Lernumgebungen in diesem Sinne umzusetzen. In der Ausbildung von E-Learning-Entwicklern versuchen Dunlap, Dobrovolny und Young (2008) die einzelnen Phasen eines Online-Kurses so zu wählen, dass sie die Phasen des Lernkreislaufs abbilden. Allerdings existieren noch keine Daten, die Hinweise über die Wirkungen dieses didaktischen Designs liefern könnten.

Dieses Modell hätte den Vorteil, dass jede Phase optimal ausgebaut ist und so die Lerner auf jeden Fall in ihren bevorzugten Phasen unterstützt werden. Da sie auch in den Phasen, die sie nicht bevorzugen, zu einer intensiven Bearbeitung des Stoffes aufgefordert werden würden, bestünde hier zum einen die Chance, dass sie ihr Repertoire an Lernhandlungen erweitern, zum anderen jedoch die Gefahr, dass ihre Motivation durch die für sie sehr schwierigen Anforderungen gemindert wird.

Gerade in Fort- und Weiterbildungen für Erwachsene steht das Erlernen des Inhalts des Lernangebots mit möglichst geringem Aufwand seitens der Lernenden im Vordergrund. Durch den in allen Phasen optimierten Lernkreislauf bestünde bei solchen Angeboten die Gefahr, dass die Lernenden durch die Anforderungen in den nicht präferierten Phasen demotiviert werden und der Zeitaufwand in der Bearbeitung des Lernangebots sehr hoch ist (Erpenbeck & Heyse 1999).

10.3.2 Ausschließliche Lernstiloptimierung

Das entgegengesetzte Modell zum optimierten Lernkreislauf ist eine Gestaltung der Lernumgebung, in der jedem Lernstil der Inhalt lediglich über die von ihm bevorzugten Phasen vermittelt wird. Für jeden Lernstil wird also die Aufnahme des Lerninhalts über die konkrete Erfahrung oder abstrakte Begriffsbildung und die Verarbeitung über reflektierendes Beobachten oder aktives Experimentieren angeboten. Dabei werden die nicht präferierten Phasen nicht angeboten und auch nicht bearbeitet. Dieses Verfahren hätte den Vorteil, dass die Lernenden ihre Stärken beim Erlernen der Inhalte voll einsetzen können und durch keine anderen Elemente irritiert oder demotiviert werden. Der Nachteil dieses Vorgehens besteht darin, dass nicht alle Inhalte eine solche Spezialisierung ermöglichen und der Lernkreislauf so nicht voll absolviert wird. Es entstehen defizitäre Formen des Wissens (divergentes, assimilatives, konvergentes, akkommodatives Wissen), die nachhaltigem Lernen entgegenstehen (Kolb 1984).

10.3.3 Lernstiloptimierter Lernkreislauf

Um den beiden Anforderungen, der kompletten Absolvierung des Lernkreislaufes und der Betonung der Stärken der einzelnen Lernstile, gerecht zu werden, bietet sich eine Kombination der beiden Verfahren an. Dabei sollte der Lerninhalt so aufbereitet werden, dass bei der Bearbeitung der Lernumgebung alle Phasen durchlaufen werden. Um für die jeweiligen Lernstile die Phasen zu vertiefen, die sie präferieren, sollte von jeder Phase eine vertiefende Version erstellt werden, die den Lernern der entsprechenden Lernstile angeboten wird. Dadurch wird einerseits der gesamte Lernkreislauf durchlaufen, andererseits der jeweilige Lernstil gefördert. Bei der Entwicklung der Lernumgebung ist darauf zu achten, dass unabhängig vom präferierten Lernstil eine Kombination der Phasen entsteht, die eine sinnvolle Bearbeitung zulässt.

Auf Basis der in Kapitel 5 dargestellten allgemeinen didaktischen Implikationen können folgende Anforderungen für die Gestaltung des optimierten Lernkreislaufs definiert werden: Die optimierten Phasen sollten zeitlich und inhaltlich möglichst intensiv sein. Die nicht optimierten Phasen sollten so gestaltet werden, dass sie die Logik der gesamten Lerneinheit beibehalten, dabei aber möglichst wenig Bearbeitungszeit und -intensität seitens der Lernenden erfordern.

10.3.4 Kompatibilität des erfahrungsorientierten Lernens und der LiMux-Lernwelt

Eine zentrale Fragestellung der vorliegenden Arbeit ist, inwieweit es möglich ist, eine adaptive Lernumgebung zu entwickeln, in der die didaktische Konzeption der Inhalte und das Lernstilinstrumentarium, das der Adaptivität zugrunde liegt, kompatibel sind (vgl. Kapitel 9.1). Die LiMux-Lernwelt orientiert sich didaktisch am problemorientierten Lernen. Für die geplante Studie soll die Theorie des erfahrungsorientierten Lernens nach Kolb verwendet werden. Bevor eine Umsetzung der Lerninhalte nach der Theorie des erfahrungsorientierten Lernens erfolgen kann, muss geklärt werden, inwieweit diese mit der LiMux-Lernwelt kompatibel ist. Wie oben bereits erläutert, fußt diese auf den Prinzipien des problemorientierten Lernens (Nistor & Drews 2003). Nistor und Schäfer (2004) haben in einer theoretischen Zuordnung die Kompatibilität der beiden Theorien aus dem Blickwinkel des problemorientierten Lernens erläutert. Sie haben eine weitgehende Kompatibilität festgestellt.

Bezogen auf die LiMux-Lernwelt kann festgehalten werden, dass jedes Lernobjekt in drei Phasen vermittelt wird: in der Darstellung der authentischen Problemstellung, der Vermittlung der Lerninhalte mithilfe der Skripte und der Demonstration und der Anwendung des Erlernten in der Simulation und den übergreifenden Übungen. Diese Phasen lassen sich sehr klar den Phasen des Lernkreislaufs nach Kolb zuordnen: Die Problemstellung knüpft direkt an eigene konkrete Erfahrungen der Lernenden an, insoweit kann die Problemstellung in der LiMux-Lernwelt als kompatibel zur Phase der konkreten Erfahrung nach Kolb gesehen werden. Die Vermittlung der Inhalte mithilfe der Skripte und Demonstrationen fällt klar in die Phase der abstrakten Konzeptionalisierung nach Kolb. Die Möglichkeit, das Erlernte selbst auszuprobieren und in die Praxis umzusetzen muss nach Kolb (1984) in jedem Lernprozess in der Phase des aktiven Experimentierens gegeben sein. In der LiMux-Lernwelt wird dies über die Simulationen und Übungen realisiert. Die einzige Phase des erfahrungsorientierten Lernprozesses, der kein dezidiertes Lernmittel der LiMux-Lernwelt zugeordnet werden kann, ist die Phase des reflektierenden Beobachtens. Allerdings kann man diese Phase innerhalb der Problemstellungen wahrnehmen. So wird dort bewusst auf Erfahrungen aus dem Berufsalltag der Lernenden Bezug genommen. Dadurch werden sie angeregt, ihr eigenes bisheriges Handeln zu reflektieren.

Abgesehen von der Phase des reflektierenden Beobachtens sind alle Phasen des Lernkreislaufs offensichtlich in der LiMux-Lernwelt vorhanden. Da Hinweise auf eine Berücksichtigung des reflektierenden Beobachtens vorliegen, ist davon auszugehen, dass die Theorie des erfahrungsorientierten Lernens auf die LiMux-

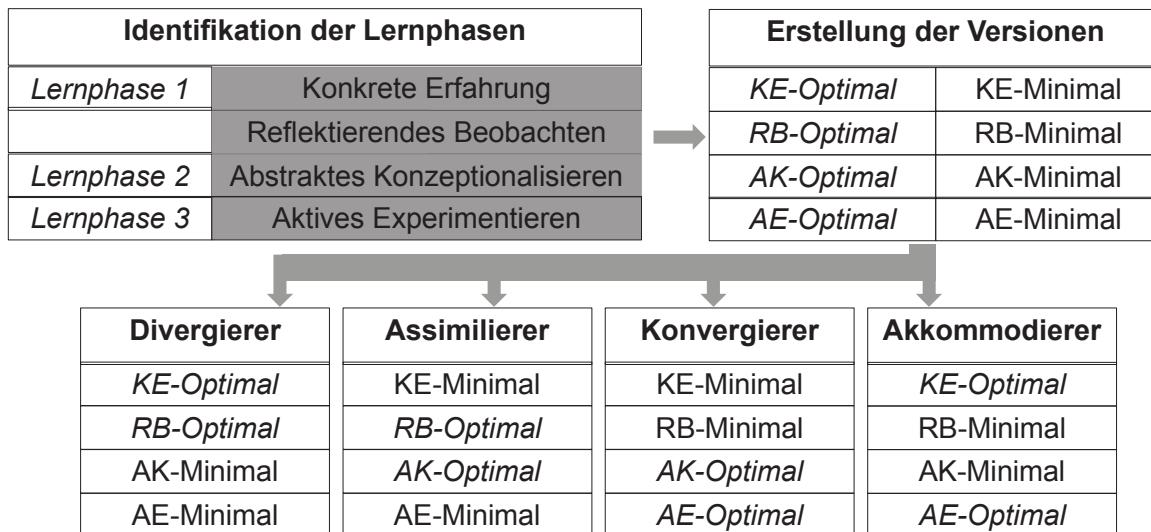


Abb. 10.7: Schema zur Entwicklung lernstilorientierter adaptiver Lernumgebungen

Lernwelt und Lerninhalte, die nach ihrer Logik vermittelt werden, anwendbar ist. Die konkrete Umsetzung der lernstilorientierten Adaptivität wird im Folgenden exemplarisch durchgeführt.

10.3.5 Umsetzungsbeispiel der adaptiven Lernumgebung

Zur Verdeutlichung der Anwendbarkeit des lernstiloptimierten Lernkreislaufs wird er im Folgenden exemplarisch auf das bestehende Lernobjekt „6.2.2.2. – Das Adressbuch aus dem LDAP-Verzeichnisdienst verwenden“ des Thunderbirdworkshops-online angewandt. Zur Umsetzung der lernstilorientierten adaptiven Lernumgebung wurde er bei allen Lernobjekten des Thunderbirdworkshops-online eingesetzt. Die Grundkonzeption der Lerneinheit wurde bereits zu Beginn dieses Kapitels dargestellt. Zur besseren Übersicht bietet untenstehende Tabelle einen Überblick über die Basisversion der Lerneinheit:

6.2.2.2. – Das Adressbuch aus dem LDAP-Verzeichnisdienst verwenden

Darstellung in Video, wie Thunderbird die in einer E-Mail eingegebenen Adressen zu vervollständigen versucht. Gleichzeitige Erläuterung, dass diese Funktion mit dem LDAP-Server zusammenhängt und Darstellung des Lernziels, die Nutzung dieses Dienstes am eigenen Arbeitsplatz.

In einem Skript und einem Video wird die normale Funktionsweise von Thunderbird in Verbindung mit einem LDAP-Server erläutert. Außerdem wird der Nutzen dieses Dienstes anhand häufig auftretender Namen verdeutlicht und die Nutzung des LDAP-Servers als Adressbuch demonstriert.

Der Lernende adressiert selbst eine E-Mail an die E-Mail-Adresse, die bereits in der Demonstration verwendet wurde. Dabei werden ihm die einzelnen Schritte in Textform eingeblendet.

Tab. 10.1: Basisversion der Lerneinheit „6.2.2.2. – Das Adressbuch aus dem LDAP-Verzeichnisdienst verwenden“

Diese Lerneinheit unterstützt unterschiedliche Phasen des Lernkreislaufs. Sie sind in folgender Tabelle dargestellt.

<i>Phase nach Kolb</i>	<i>Element aus Lerneinheit 6.2.2.2.</i>
Konkrete Erfahrung (KE)	Verwendung des Ankerbeispiels im Video
Reflektierendes Beobachten (RB)	[nicht explizit vorhanden]
Abstraktes Konzeptionalisieren (AK)	Erläuterung der Nutzung in Skript und Video
Aktives Experimentieren (AE)	Simulation der Nutzung

Tab. 10.2: Phasen im Lernkreislauf der Lerneinheit 6.2.2.2.

Um diese Lerneinheit lernstilgerecht zu gestalten, werden zu den jeweiligen Phasen des Lernkreislaufs Elemente entwickelt, die je nach Lernstil des Lernenden kombiniert werden können:

Konkrete Erfahrung:

<i>Optimal</i>	<i>Minimal</i>
<p>(Video der Erstellung einer Mail)</p> <p>Text:</p> <p>Sicherlich wissen Sie, dass Thunderbird eine E-Mail-Adresse, die Sie eingeben, automatisch zu vervollständigen versucht. Standardmäßig ist Ihr Thunderbird mit dem sogenannten LDAP-Verzeichnis der Landeshauptstadt München verbunden, in dem alle Adressen der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter gespeichert sind.</p> <p>Sie können dieses Verzeichnis mit dem elektronischen Telefonbuch im Intranet vergleichen. Neben den E-Mail-Adressen enthält es weitere Informationen zu den einzelnen Kolleginnen und Kollegen.</p> <p>Wie Sie den LDAP-Verzeichnisdienst zum Adressieren Ihrer Nachrichten verwenden können, erfahren Sie in dieser Lerneinheit.</p>	<p>(Video der Erstellung einer Mail)</p> <p>Text:</p> <p>Sicherlich wissen Sie, dass Thunderbird eine E-Mail-Adresse, die Sie eingeben, automatisch zu vervollständigen versucht. Standardmäßig ist Ihr Thunderbird mit dem sogenannten LDAP-Verzeichnis der Landeshauptstadt München verbunden, in dem alle Adressen der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter gespeichert sind.</p> <p>Wie Sie den LDAP-Verzeichnisdienst zum adressieren Ihrer Nachrichten verwenden können, erfahren Sie in dieser Lerneinheit.</p>

Tab. 10.3: Texte der alternativen Versionen der Phase „Konkrete Erfahrung“ der Lerneinheit 6.2.2.2.

Reflektierendes Beobachten:

<i>Optimal</i>	<i>Minimal</i>
<p>Statische Skriptseite mit folgendem Arbeitsauftrag:</p> <p>Bitte nehmen Sie sich einen Moment Zeit und beantworten Sie für sich folgende Fragen:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Wie haben Sie bisher E-Mail-Adressen von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der LH München recherchiert? 2. Ist es Ihnen schon mal passiert, dass Thunderbird eine E-Mail-Adresse vorgeschlagen hat, die zwar den richtigen Namen enthielt, aber einem Kollegen oder einer Kollegin in einem anderen Referat mit dem gleichen Namen gehörte? 	<p>Statische Skriptseite mit folgendem Arbeitsauftrag:</p> <p>Bitte nehmen Sie sich einen Moment Zeit und beantworten Sie für sich folgende Frage:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Wie haben Sie bisher E-Mail-Adressen von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der LH München recherchiert?

Tab. 10.4: Texte der alternativen Versionen der Phase „Reflektierendes Beobachten“ der Lerneinheit 6.2.2.2.

Abstraktes Konzeptionalisieren:

<i>Optimal</i>	<i>Minimal</i>
<p>1. statische Skriptseite mit Erklärung der Nutzung des LDAP-Verzeichnisdienstes</p> <p>2. (Video mit kurzer Hintergrundinformation zum LDAP-Verzeichnisdienst und Verknüpfung mit Erfahrungen aus dem Büroalltag):</p> <p>Text: LDAP steht für Lightweight Directory Access Protocol. Es beschreibt eine Datenbank, die bei der LH München von der Systemverwaltung gepflegt wird und so zentral und aktuell Kontaktinformationen der Mitarbeiterschaft bereithält. Durch die Einbindung in Ihren Thunderbird haben Sie stets Zugriff auf die aktuellen Adressdaten und müssen nicht bei jeder Namens- oder Adressänderung ein lokales Adressbuch aktualisieren.</p> <p>3. (Video mit Schritt-für-Schritt-Erklärung der Nutzung des LDAP-Verzeichnisdienstes)</p>	(Video mit Schritt-für-Schritt-Erklärung der Nutzung des LDAP-Verzeichnisdienstes)

Tab. 10.5: Texte der alternativen Versionen der Phase „Abstrakte Konzeptionalisierung“ der Lerneinheit 6.2.2.2.

Aktives Experimentieren:

<i>Optimal</i>	<i>Minimal</i>
<p>Simulation mit folgender Arbeitsaufgabe: Und jetzt sind Sie dran!</p> <p>Addressieren Sie eine E-Mail an Max Mux mithilfe des LDAP-Verzeichnisdienstes. Lassen Sie sich, um sicher zu gehen, dass es der richtige Max Mux ist, die Eigenschaftskarte anzeigen. Folgen Sie dazu bitte den Hinweisen.</p>	<p>Simulation mit folgender Arbeitsaufgabe: Und jetzt sind Sie dran!</p> <p>Addressieren Sie eine E-Mail an Max Mux mithilfe des LDAP-Verzeichnisdienstes. Folgen Sie dazu bitte den Hinweisen.</p>

Tab. 10.6: Texte der alternativen Versionen der Phase „Aktives Experimentieren“ der Lerneinheit 6.2.2.2.

In der Umsetzung der Lerneinheit in einer Lernumgebung können nun die einzelnen Blöcke, abhängig vom Lernstil des Lernenden, kombiniert und angezeigt werden. Zur besseren Übersicht werden im Folgenden die didaktischen Designs für die jeweiligen Lernstile in Tabellenform dargestellt.

Divergierer:

<i>Phase</i>	<i>Instruktion</i>	<i>Art</i>
KE	<p>(Video der Erstellung einer Mail)</p> <p>Text: Sicherlich wissen Sie, dass Thunderbird eine E-Mail-Adresse, die Sie eingeben, automatisch zu vervollständigen versucht. Standardmäßig ist Ihr Thunderbird mit dem sogenannten LDAP-Verzeichnis der Landeshauptstadt München verbunden, in dem alle Adressen der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter gespeichert sind. Sie können dieses Verzeichnis mit dem elektronischen Telefonbuch im Intranet vergleichen. Neben den E-Mail-Adressen enthält es weitere Informationen zu den einzelnen Kolleginnen und Kollegen.</p>	optimal

	Wie Sie den LDAP-Verzeichnisdienst zum Adressieren Ihrer Nachrichten verwenden können, erfahren Sie in dieser Lerneinheit.	
RB	<p>Statische Skriptseite mit folgendem Arbeitsauftrag:</p> <p>Bitte nehmen Sie sich einen Moment Zeit und beantworten Sie für sich folgende Fragen:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Wie haben Sie bisher E-Mail-Adressen von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der LH München recherchiert? 2. Ist es Ihnen schon mal passiert, dass Thunderbird eine E-Mail-Adresse vorgeschlagen hat, die zwar den richtigen Namen enthielt, aber einem Kollegen oder einer Kollegin in einem anderen Referat mit dem gleichen Namen gehörte? 	optimal
AK	(Video mit Schritt-für-Schritt-Erklärung der Nutzung des LDAP-Verzeichnisdienstes)	minimal
AE	<p>Simulation mit folgender Arbeitsaufgabe:</p> <p>Und jetzt sind Sie dran!</p> <p>Adressieren Sie eine E-Mail an Max Mux mithilfe des LDAP-Verzeichnisdienstes. Folgen Sie dazu bitte den Hinweisen.</p>	minimal

Tab. 10.7: Kurzform des didaktischen Designs der Lerneinheit 6.2.2.2. für den Divergierer

Assimilierer:

Phase	Instruktion	Art
KE	<p>(Video der Erstellung einer Mail)</p> <p>Text:</p> <p>Sicherlich wissen Sie, dass Thunderbird eine E-Mail-Adresse, die Sie eingeben, automatisch zu vervollständigen versucht. Standardmäßig ist Ihr Thunderbird mit dem sogenannten LDAP-Verzeichnis der Landeshauptstadt München verbunden, in dem alle Adressen der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter gespeichert sind.</p> <p>Wie Sie den LDAP-Verzeichnisdienst zum Adressieren Ihrer Nachrichten verwenden können, erfahren Sie in dieser Lerneinheit.</p>	minimal
RB	<p>Statische Skriptseite mit folgendem Arbeitsauftrag:</p> <p>Bitte nehmen Sie sich einen Moment Zeit und beantworten Sie für sich folgende Fragen:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Wie haben Sie bisher E-Mail-Adressen von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der LH München recherchiert? 2. Ist es Ihnen schon mal passiert, dass Thunderbird eine E-Mail-Adresse vorgeschlagen hat, die zwar den richtigen Namen enthielt, aber einem Kollegen oder einer Kollegin in einem anderen Referat mit dem gleichen Namen gehörte? 	optimal
AK	<ol style="list-style-type: none"> 1. statische Skriptseite mit Erklärung der Nutzung des LDAP-Verzeichnisdienstes 2. (Video mit kurzer Hintergrundinformation zum LDAP-Verzeichnisdienst und Verknüpfung mit Erfahrungen aus dem Büroalltag): <p>Text:</p> <p>LDAP steht für Lightweight Directory Access Protocol. Es beschreibt eine Datenbank, die bei der LH München von der Systemverwaltung gepflegt wird und so zentral und aktuell Kontaktinformationen der Mitarbeiterschaft bereithält. Durch die Einbindung in Ihren Thunderbird haben Sie stets Zugriff auf die aktuellen Adressdaten und müssen nicht bei jeder Namens- oder Adressänderung ein lokales Adressbuch aktualisieren.</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. (Video mit Schritt-für-Schritt-Erklärung der Nutzung des LDAP-Verzeichnisdienstes) 	optimal

AE	Simulation mit folgender Arbeitsaufgabe: Und jetzt sind Sie dran! Adressieren Sie eine E-Mail an Max Mux mithilfe des LDAP-Verzeichnisdienstes. Folgen Sie dazu bitte den Hinweisen.	minimal
----	---	---------

Tab. 10.8: Kurzform des didaktischen Designs der Lerneinheit 6.2.2.2. für den Assimilierer

Konvergierer:

Phase	Instruktion	Art
KE	(Video der Erstellung einer Mail) Text: Sicherlich wissen Sie, dass Thunderbird eine E-Mail-Adresse, die Sie eingeben, automatisch zu vervollständigen versucht. Standardmäßig ist Ihr Thunderbird mit dem sogenannten LDAP-Verzeichnis der Landeshauptstadt München verbunden, in dem alle Adressen der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter gespeichert sind. Wie Sie den LDAP-Verzeichnisdienst zum Adressieren Ihrer Nachrichten verwenden können, erfahren Sie in dieser Lerneinheit.	minimal
RB	Statische Skriptseite mit folgendem Arbeitsauftrag: Bitte nehmen Sie sich einen Moment Zeit und beantworten Sie für sich folgende Frage: 1. Wie haben Sie bisher E-Mail-Adressen von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der LH München recherchiert?	minimal
AK	1. statische Skriptseite mit Erklärung der Nutzung des LDAP-Verzeichnisdienstes 2. (Video mit kurzer Hintergrundinformation zum LDAP-Verzeichnisdienst und Verknüpfung mit Erfahrungen aus dem Büroalltag): Text: LDAP steht für Lightweight Directory Access Protocol. Es beschreibt eine Datenbank, die bei der LH München von der Systemverwaltung gepflegt wird und so zentral und aktuell Kontaktinformationen der Mitarbeiterschaft bereithält. Durch die Einbindung in Ihren Thunderbird haben Sie stets Zugriff auf die aktuellen Adressdaten und müssen nicht bei jeder Namens- oder Adressänderung ein lokales Adressbuch aktualisieren. 3. (Video mit Schritt-für-Schritt-Erklärung der Nutzung des LDAP-Verzeichnisdienstes)	optimal
AE	Simulation mit folgender Arbeitsaufgabe: Und jetzt sind Sie dran! Adressieren Sie eine E-Mail an Max Mux mithilfe des LDAP-Verzeichnisdienstes. Lassen Sie sich, um sicher zu gehen, dass es der richtige Max Mux ist, die Eigenschaftskarte anzeigen. Folgen Sie dazu bitte den Hinweisen.	optimal

Tab. 10.9: Kurzform des didaktischen Designs der Lerneinheit 6.2.2.2. für den Konvergierer

Akkommodierer:

Phase	Instruktion	Art
KE	(Video der Erstellung einer Mail) Text: Sicherlich wissen Sie, dass Thunderbird eine E-Mail-Adresse, die Sie eingeben, automatisch zu vervollständigen versucht. Standardmäßig ist Ihr Thunderbird mit dem sogenannten LDAP-Verzeichnis der Landeshauptstadt München verbunden, in dem alle Adressen der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter gespeichert sind. Sie können dieses Verzeichnis mit dem elektronischen Telefonbuch im Intranet	optimal

	<p>vergleichen. Neben den E-Mail-Adressen enthält es weitere Informationen zu den einzelnen Kolleginnen und Kollegen.</p> <p>Wie Sie den LDAP-Verzeichnisdienst zum Adressieren Ihrer Nachrichten verwenden können, erfahren Sie in dieser Lerneinheit.</p>	
RB	<p>Statische Skriptseite mit folgendem Arbeitsauftrag:</p> <p>Bitte nehmen Sie sich einen Moment Zeit und beantworten Sie für sich folgende Frage:</p> <p>1. Wie haben Sie bisher E-Mail-Adressen von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der LH München recherchiert?</p>	minimal
AK	(Video mit Schritt-für-Schritt-Erklärung der Nutzung des LDAP-Verzeichnisdienstes)	minimal
AE	<p>Simulation mit folgender Arbeitsaufgabe:</p> <p>Und jetzt sind Sie dran!</p> <p>Addressieren Sie eine E-Mail an Max Mux mithilfe des LDAP-Verzeichnisdienstes. Lassen Sie sich, um sicher zu gehen, dass es der richtige Max Mux ist, die Eigenschaftskarte anzeigen. Folgen Sie dazu bitte den Hinweisen.</p>	optimal

Tab. 10.10: Kurzform des didaktischen Designs der Lerneinheit 6.2.2.2. für den Akkommodierer

Durch diese Form der lernstilorientierten Adaptivität ist es möglich, für alle vier Lernstile nach Kolb angepasste didaktische Designs zu entwickeln. Perspektivisch können mit dieser Methodik auch die neuen Lernstile (vgl. Kapitel 5.3.5) adressiert werden, dies wird in der vorliegenden Arbeit jedoch nicht durchgeführt, da in dieser ersten Erprobung der lernstilorientierten Adaptivität die Komplexität noch gering gehalten werden sollte. Außerdem birgt diese Form der Gestaltung die Möglichkeit, die Zusammenstellung der Lerneinheiten durch eine computergestützte Lernumgebung automatisch durchführen zu lassen.

Insgesamt ist es mit diesem Verfahren möglich, relativ effizient die Grundlage für eine adaptive Lernumgebung zu legen. Bei der Umsetzung des Thunderbirdworkshops-online wurde der Aufwand für die Erstellung der adaptiven Lernumgebung nicht systematisch erfasst. Dies lag daran, dass die Entwicklung der Basisversion und der adaptiven Version unter unterschiedlichen Bedingungen stattfanden. Die Basisversion wurde in enger Kooperation mit der Landeshauptstadt München entwickelt, sodass in diese Entwicklungsphase häufige Treffen mit den Vertretern der Stadtverwaltung fielen. Außerdem arbeitete sich der Autor dieser Studie bei der Erstellung der Basisversion „on the job“ in die notwendigen Softwaretools ein. Erst in einem zweiten Schritt wurde aufbauend auf der Basisversion die adaptive Lernumgebung entwickelt. Daher sind keine systematischen Aussagen über das Verhältnis der Aufwände möglich, sicher ist jedoch, dass nicht der vierfache Aufwand bei der Erstellung der adaptiven Version notwendig war. Der Versuch einer konservativen Schätzung des Aufwandsverhältnisses zwischen der Erstellung einer herkömmlichen und einer adaptiven Lernumgebung, wie sie oben beschrieben wurde, dürfte bei einem Verhältnis zwischen 1:1,5 und 1:2 liegen.

Inwieweit eine so gestaltete Lernumgebung die Lernenden dabei unterstützt, bessere Lernergebnisse zu generieren, wurde im Rahmen der vorliegenden Studie untersucht. Das genaue Vorgehen und die ermittelten Ergebnisse werden im Folgenden dargestellt.

11 Forschungsmethode

Die vorliegende Studie fand im Frühjahr und Sommer des Jahres 2008 statt. Die Lernumgebung wurde auf einem Server der Ludwig-Maximilians-Universität betrieben. Sie bestand aus der Teilstudie im Sozialreferat der Landeshauptstadt München (Teilstudie LHM) und der Teilstudie mit Studierenden der Katholischen Universität Eichstätt-Ingolstadt (Teilstudie KU). Im Folgenden wird die Stichprobengestaltung sowie das weitere methodische Vorgehen dargestellt.

11.1 Untersuchungsstichprobe

Die Teilstudie LHM wurde im dortigen Intranet angekündigt. Über eine E-Mail an alle Mitarbeiter des Sozialreferats wurde die Studie dort ebenfalls beworben. Die Teilnahme war komplett freiwillig. Bereits im Vorfeld wurde die gesamte Studie dem Gesamtpersonalrat und dem Datenschutzbeauftragten der Landeshauptstadt München vorgelegt. Es wurde festgelegt, dass alle Informationen anonym gespeichert werden und die Landeshauptstadt München keinerlei Zugriff auf die Rohdaten erhält.

Die Teilstudie KU wurde schwerpunktmäßig an der Katholischen Universität Eichstätt-Ingolstadt, Fakultät für Soziale Arbeit, durchgeführt, sie stand jedoch allen Studierenden deutscher Hochschulen offen. An der Katholischen Universität Eichstätt-Ingolstadt wurde die Studie als Teilleistung im Rahmen einer verpflichtenden Lehrveranstaltung im 2. Fachsemester des Bachelorstudiengangs Soziale Arbeit angeboten. Damit war keine komplette Freiwilligkeit gegeben, da die Studierenden den zu erwerbenden Leistungsnachweis für das weitere Studium benötigten. Die Lehrveranstaltung wurde über die vorlesungsfreie Zeit hin angeboten, so dass die Studierenden die Möglichkeit hatten, von ihren Heimatorten auf die Studie zuzugreifen. Ihnen wurde ebenso wie den Mitarbeitern der Landeshauptstadt München volle Anonymität zugesichert.

Die Verteilung der Stichprobe bei den beiden Teilstudien ist in folgender Tabelle dargestellt.

Teilstudie	N
Landeshauptstadt München	56
Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt	76
Gesamt	132

Tab. 11.1: Anzahl der Teilnehmer der beiden Teilstudien

Die eingesetzte adaptive Lernumgebung war bei beiden Teilstudien identisch. Lediglich bei den Instrumenten zur Vor- und Nachbefragung wurden einzelne Items an die jeweilige Lebenssituation angepasst. Bei der Teilstudie LHM konnte eine große Abbrecherquote während der Bearbeitung der Studie festgestellt werden. So lagen 147 Datensätze von der Vorbefragung vor, aber lediglich 38,1 % der Personen, die mit der Teilnahme der Studie begonnen haben, haben diese mit der Bearbeitung der Nachbefragung auch abgeschlossen. In Gesprächen mit Mitarbeitern der Stadtverwaltung wurde als ein wichtiger Drop-out-Grund die Vorgabe, dass die Studie am Stück bearbeitet werden muss, gewertet. Anscheinend haben viele Teilnehmer die Studie während der Arbeitszeit bearbeitet und wurden vor Abschluss der Bearbeitung unterbrochen. Um Verzerrungseffekte, die durch Unterbrechungen der Bearbeitung entstehen würden, vorzubeugen, waren die Zwischenspeicheroptionen deaktiviert, sodass ein einmaliges Beenden der Lernumgebung als Abbruch gewertet wurde.

Die Verteilung der Geschlechter bei beiden Studien ist in folgender Tabelle dargestellt.

Teilstudie	männlich	weiblich
Landeshauptstadt München	21	35
Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt	14	62
Gesamt	35	97

Tab. 11.2: Verteilung der Geschlechter bei den Teilstudien

Es wird deutlich, dass in der Teilstudie KU das weibliche Geschlecht deutlich überrepräsentiert ist. Dies ist darauf zurückzuführen, dass der Bachelorstudiengang Soziale Arbeit bevorzugt von Frauen wahrgenommen wird. Bei den Angestellten des Münchner Sozialreferats ist die Verteilung der Geschlechter homogener, ein gewisses Übergewicht bei den weiblichen Teilnehmerinnen ist auch hier feststellbar.

Auch bezüglich des Alters unterscheiden sich die beiden Teilstudien deutlich. Zur Wahrung des Datenschutzes wurde mit der Landeshauptstadt München vereinbart, dass das Alter der Untersuchungsteilnehmer nur mit vorgegebenen Antwortalternativen in 5-Jahresabständen erhoben wird. Diese Vorgabe musste in der Teilstudie KU nicht erfüllt werden, da die Datenschutzvorschriften bei Studien mit Studierenden weniger streng sind. Da die Studierenden eines Semesters zu großen Teilen zu einer Alterskohorte gehören, wäre eine entsprechende Auflösung nicht sehr aussagekräftig. Daher wird die Altersverteilung der Probanden in den folgenden Diagrammen sowohl für die gesamte Studie als auch für die jeweiligen

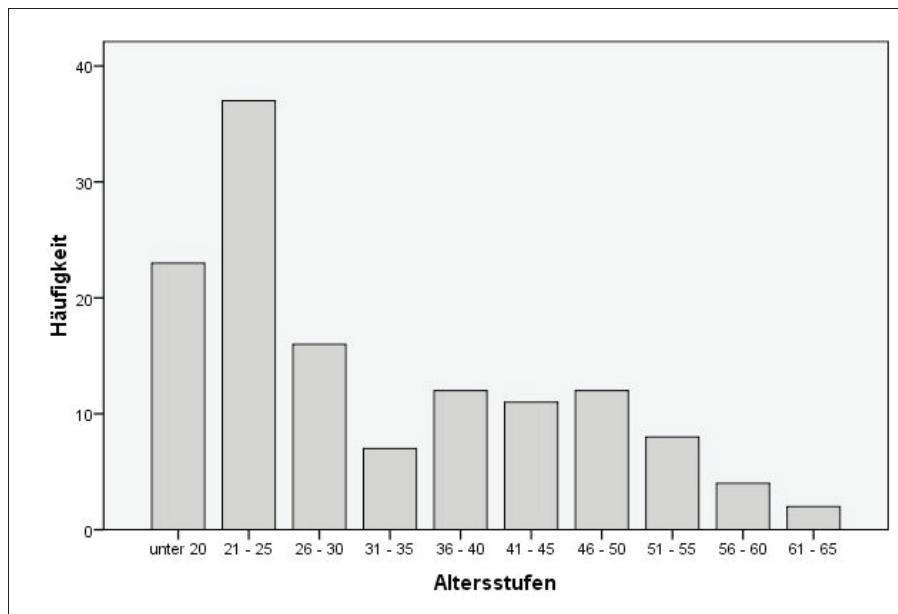


Abb. 11.1: Verteilung der Altersstufen bei der Gesamtstudie

Teilstudien gesondert dargestellt. Der Median des Alters lag bei der Gesamtstudie in der Gruppe zwischen 26 und 30 Lebensjahren, der Modus zwischen 21 und 25 Jahren und das arithmetische Mittel tendierte zur Gruppe 31 bis 35 Jahren.

Bei der Teilstudie LHM lagen sowohl das arithmetische Mittel als auch der Median in der Gruppe bei 41–45 Jahren. In der Verteilung lagen zwei Modi vor, einer lag in der Gruppe zwischen 36 und 40 Jahren, der andere im Alter zwischen 46 und 50. Bei der Teilstudie KU lagen alle drei verwendeten Maße der zentralen Tendenz in der Altersgruppe zwischen 21 und 25 Jahren. Das arithmetische Mittel der exakten Altersangaben lag bei 23,4 Jahren.

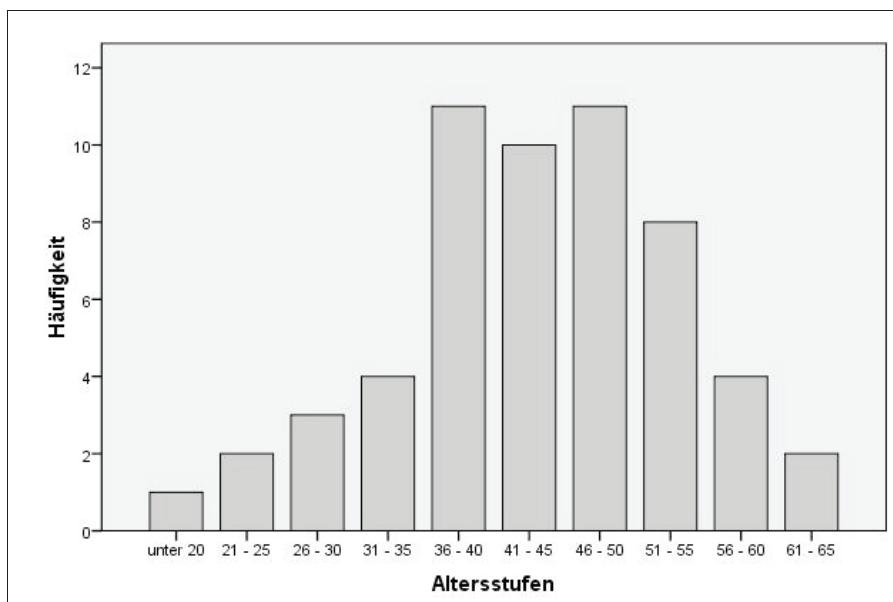


Abb. 11.2: Verteilung der Altersstufen bei der Teilstudie LHM

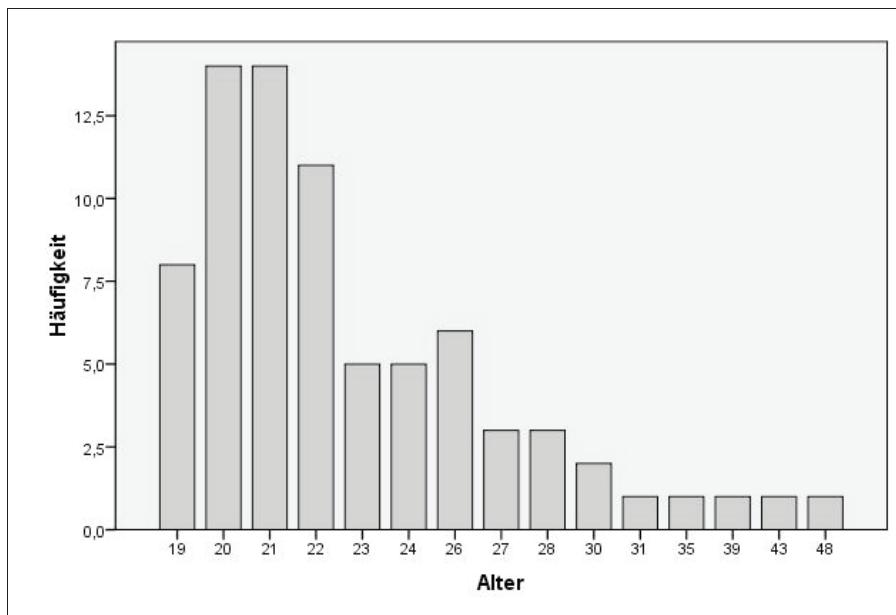


Abb. 11.3: Altersverteilung bei der Teilstudie KU

Die Lernstile der teilnehmenden Personen verteilten sich ebenfalls ungleichmäßig. In beiden Teilstudien war ein großes Übergewicht bei den Akkommodierern festzustellen. Während sich die verbleibenden Lernstile in der Teilstudie KU relativ gleichmäßig verteilten, unterschieden sich die Ausprägungen in der Teilstudie LHM weiter deutlich. In dieser Teilstudie traten die Divergierer und Assimilierer nur in einer sehr geringen Anzahl auf.

Lernstil	Gesamtstudie		Teilstudie LHM		Teilstudie KU	
	TG	KG	TG	KG	TG	KG
Divergierer	11	9	3	2	8	7
Assimilierer	11	12	6	3	5	9
Konvergierer	13	18	7	9	6	9
Akkommodierer	31	27	12	14	19	13

Tab. 11.3: Verteilung der Lernstile in den Teilstudien

Die deutlichen Unterschiede zwischen den beiden Teilstudien legen nahe, alle Hypothesen für die Gesamtstudie sowie für jede Teilstudie einzeln zu überprüfen.

11.2 Forschungsdesign

Die Studie untersucht die Auswirkungen einer adaptiven Lernumgebung auf die verschiedenen Lernergebnisse. Gemäß Bortz und Döring (2006) sind solche Fragestellungen als Unterschiedshypothesen zu formulieren. Um personengebundene Störvariablen im Bezug auf die abhängige Variable, die Nutzung einer adaptiven Lernumgebung, möglichst gering zu halten, wurde die Zuordnung zu

Treatment- und Kontrollgruppe randomisiert vorgenommen. Dadurch sollte eine hohe interne Validität erreicht werden. Zur Beantwortung der Forschungsfragen 2 (Lernwirkungen der adaptiven Lernumgebung) und 4 (Akzeptanz der adaptiven Lernumgebung) wäre ein einfaches Zweigruppendesign ausreichend. Da jedoch in der Frage 3 (Auswirkungen bei nicht erfüllten Vorbedingungen) neben der unabhängigen Variable der adaptiven Lernumgebung die unabhängige Variable der Erfüllung der anderen Erfolgsbedingungen berücksichtigt werden muss, wird ein dreifaktorieller Untersuchungsplan zugrunde gelegt. Dadurch ist es möglich, nicht nur die beiden Haupteffekte (Fragestellung 2 und Fragestellung 4) zu untersuchen, sondern auch die Interaktionen der beiden unabhängigen Variablen. Da die Wirkung des Treatments, also der Nutzung der Lernumgebung, im Hinblick auf potenzielle Veränderungen bei den Versuchspersonen untersucht werden sollte, wurde ein Pretest-Posttest-Design gewählt. Darin werden alle Untersuchungsteilnehmer vor Beginn des Treatments und danach befragt. Das Gesamtdesign der Studie ist also als 2x2-faktorielles Design mit einem Pretest-Posttest-Plan zu bezeichnen (Bortz & Döring 2006, S. 531ff.).

Zwar fand die Untersuchung in der regulären Umgebung der Probanden statt, sodass von einer Felduntersuchung gesprochen werden könnte, da jedoch die „natürliche“ Nutzung der Lernumgebung durch verschiedene Vorgaben verändert wurde, ist die Studie eher als Laboruntersuchung als als Felduntersuchung zu bezeichnen. Gerade durch die Einschränkungen sollte die interne Validität der Studie unterstützt werden. Um eine möglichst hohe externe Validität zu erreichen, wurde darauf geachtet, dass die Lernumgebung möglichst exakt der bestehenden Lernumgebung der Landeshauptstadt München gleicht und so die Differenz zum Feld möglichst gering ist. Eine weitere Facette der vorliegenden Studie betrifft die Nutzung der SCORM®-Daten (vgl. Kapitel 10.2.1). Dabei wurden alle Interaktionen der Nutzer mit den Simulationen protokolliert. In den Kategorien der Sozialforschung wird diese Erhebungsform als verdeckte, nonreaktive Beobachtung bezeichnet. Da sie außerdem vollständig computergestützt abließ, handelte es sich um eine automatische Beobachtung (Bortz & Döring 2006, S. 267ff.).

11.3 Erhebungsinstrumente

In der vorliegenden Studie wurden diverse Instrumente zur Messung der Einstellungen und der Lernergebnisse der Teilnehmer verwendet. In der Vorbefragung wurden neben soziodemografischen Daten der Lernstil nach Kolb, eine subjektive Einschätzung des Vorwissens sowie die computerbezogene Selbstwirksamkeits-erwartung und die Computerangst gemessen. Nach der Bearbeitung der Lern-

umgebung wurden die computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung und die Computerangst erneut gemessen. Dazu wurde die Akzeptanz der Lernumgebung, die Einschätzung der Qualität der Lernumgebung, die Einschätzung der Schwierigkeit der Lernumgebung und die wahrgenommene Individualisierung der Lernumgebung gemessen. Ebenso wurde in der Nachbefragung mit einem Wissenstest der inhaltliche Lernerfolg der Teilnehmer überprüft. Soweit nicht anders angegeben, wurden geschlossene Items gebildet, die mit einer siebenstufigen Ratingskala zu beantworten waren. Als sprachliche Marken wurden „trifft voll und ganz zu“, „trifft weitgehend zu“, „trifft eher zu“, „weder noch“, „trifft eher nicht zu“, „trifft weitgehend nicht zu“ und „trifft überhaupt nicht zu“ in Anlehnung an äquidistante sprachliche Marken nach Rohrmann (1978) gewählt. Es wurde bewusst eine ungerade Anzahl an Antwortvorgaben gewählt, die eine neutrale Mitte zulässt. Dadurch wird zwar die Gefahr einer Verzerrung durch das Ambivalenz-Indifferenz-Problem erhöht, eine künstliche Varianz, die eine fehlende Mittelkategorie nach sich zöge, ist in der vorliegenden Studie jedoch als schwerwiegender zu betrachten und daher zu vermeiden. Die einzelnen Instrumente werden im Folgenden vorgestellt:

1. Soziodemografische Daten: Als soziodemografische Daten wurden bei allen Probanden das Alter und das Geschlecht erhoben. Wie bereits oben ausgeführt, wurde bei der Teilstudie LHM das Alter in vorgegebenen Blöcken, die jeweils 5 Jahre umfassten, erfasst. Außerdem wurde in der Teilstudie KU noch die Hochschule, das Studienfach und das Fachsemester erfasst.
2. Lernstiltest: Als Grundlage für die Adaption musste für jeden Nutzer der Lernstil gemäß der Theorie des erfahrungsorientierten Lernens ermittelt werden. Dazu wurde der Lernstilfragebogen des WBO-Teams der Universität Hildesheim (Ribold & Asselmeyer 1993) unter Anlehnung an die Ergebnisse von Degenhardt (1999) verwendet. Da die Zuordnung zu den Lernstilen bereits zu Beginn der Bearbeitung der Lernumgebung erfolgte, musste ein Instrument verwendet werden, das den Lernstil vor allem valide misst. Außerdem musste das Messergebnis mit vertretbarem Aufwand computergestützt ermittelbar sein. In der Nachschau wiesen die Skalen für die vier Phasen des Lernkreislaufs geringe Reliabilität auf (Skala für Konkrete Erfahrung cronbach's $\alpha = .55$; Reflektierendes Beobachten cronbach's $\alpha = .39$; Abstraktes Konzeptionalisieren cronbach's $\alpha = .64$; Aktives Experimentieren cronbach's $\alpha = .50$). Allerdings kann das verwendete Inventar auf gute externe Validität (Degenhardt 1999) verweisen. In der Literatur zu psychologischen Tests wird mehrheitlich eine Reliabilität von .70 als Mindestvoraussetzung für gute Tests gefordert (Lienert & Raatz 1994, S. 269), im angelsächsischen Umfeld werden Tests häufig erst ab einem cronbach's α von .80 als gute Tests definiert. Die

häufig zitierte Einschätzung von Nunnally (1978), dass ein Instrument ab einer Reliabilität ab .70 für einen guten Test nötig sei, beruht teilweise auf einer wenig exakten Rezeption der Originalquelle (Lance, Butts & Michels 2006). Allerdings kann mit Nunnally (1978) die Akzeptanz eines Instruments mit geringeren Reliabilitätswerten in frühen Forschungsphasen gerechtfertigt werden. Darüber hinaus wurde mit dem Instrument lediglich die Einordnung in verschiedene Lernstile unternommen und keine genaue Skalierung der Ausprägung der einzelnen Lernphasen. Wie im Kapitel 5.8 deutlich wurde, ist die Messung der Lernstile nach Kolb nicht trivial und viele Instrumente haben mit suboptimalen Reliabilitätswerten zu kämpfen. Da die Ergebnisse der Lernstiltests die Grundlage für die Adaption der Lernumgebung waren, war eine nachträgliche Skalenkorrektur mithilfe einer Itemanalyse nicht sinnvoll umsetzbar. Da weiterhin erste Ergebnisse, mit denen eine Reliabilitätsanalyse machbar gewesen wäre, erst nach Abschluss der ersten Teilstudie vorlag, war ein Wechsel des Lernstilinstruments, einerseits aufgrund der damit einhergehenden Verzerrung der Ergebnisse nicht mehr sinnvoll. Andererseits wäre die Alternative zum verwendeten Lernstiltest das Instrument von Staemmler (2006) gewesen, das bereits im Kapitel 5.8 kritisiert wurde. Daher wurde das ursprüngliche Instrument weiter verwendet, in der Beurteilung der Ergebnisse der Forschungsarbeit ist jedoch die geringe Reliabilität der Lernstilzuordnung zu berücksichtigen. Der Bogen bestimmt mit 40 Items die Ausprägung der vier Stufen des Lernkreislaufs. Auf den Dimensionen der Aufnahme und Verarbeitung von Informationen wurden die Werte der jeweiligen Stufen von einander subtrahiert und so die jeweilige Präferenz ermittelt. In den Fällen, in denen keine eindeutige Präferenz vorlag, wurden die Zuordnungen mit einem Zufallsalgorithmus getroffen. Dieses Vorgehen ist insofern konform mit der Theorie des erfahrungsorientierten Lernens, als die neuen Lernstile (vgl. Kapitel 5.3.5) dadurch erfasst werden. Für die Studie entstanden dadurch keine nachhaltigen Verzerrungen, da gemäß der Theorie Personen ohne eindeutige Präferenz auf einer Achse in beiden Phasen gleich gut lernen. Aus Platzgründen unterbleibt die Darstellung aller Items dieses Bogens, er ist im Anhang (Anhang I Erhebungsinstrument-Vorbefragung) abgedruckt.

3. Subjektive Einschätzung des Vorwissens: Um das Vorwissen der Teilnehmer zu kontrollieren, wurden drei Items zur subjektiven Einschätzung der eigenen Kenntnisse zu Thunderbird generiert. Zwar wäre eine Abbildung der Veränderung des Wissens der Teilnehmer über einen initialen Wissenstest, der dieselben Items aufweist wie der Wissenstest in der Nachbefragung, aussagekräftiger, allerdings könnten dann Pretesteffekte nicht ausgeschlossen werden. Gerade bei der Untersuchung von Wissensbeständen können durch Wissens-

tests bereits unintendierte Lerneffekte initiiert werden (Bortz & Döring 2006, S. 539). Der weithin anerkannte Solomon-Viergruppenplan, der solche Effekte kontrolliert, war in der vorliegenden Untersuchung aufgrund der geringen Stichprobe nicht umzusetzen. Daher wurde das Vorwissen in einer kurzen Skala zur Selbsteinschätzung erhoben. Diese konnten mit oben dargestellter Rating-Skala beantwortet werden. Da es sich dabei um Selbsteinschätzungs-aufgaben handelt, wurden die Items als Aussagen formuliert. Die gesamte Skala wies gute Reliabilitätswerte (cronbach's $\alpha = .75$) auf. Analog zu obiger Dis-kussion wird diese Skala für die Kontrolle des Vorwissens verwendet. Folgende Items bildeten die Skala Vorwissen:

- Ich habe bereits mit E-Mail-Programmen wie Thunderbird oder Outlook gearbeitet.
 - Ich weiß nicht, was Thunderbird ist. (umgepolzt)
 - Ich kenne mich sehr gut mit E-Mail-Programmen aus.
4. Computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung: Die Auswirkung des Trainings auf die computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung ist eine zentrale Frage-stellung der vorliegenden Studie. Daher wurde ein Instrument entwickelt, das vor und nach dem Training in identischer Form eingesetzt wurde. Bei der Erstellung wurde ein relativ aktuelles Instrument von Marakas et al. (2004) zur computer-bezogenen Selbstwirksamkeitserwartung in Bezug auf Datenbanken an die Erfor-dernisse des Thunderbirdworkshops angepasst und eine etwas ältere, aber häufig zitierte Skala von Compeau und Higgins (1995b) verwendet. Die Skala von Compeau und Higgins ist zwar auf eine spezielle Software beziehbar, es werden jedoch keine speziellen Fertigkeiten erfragt, sondern die Rahmenbedingungen, unter denen der Befragte glaubt, die entsprechende Software einsetzen zu können. Diese ur-sprünglich 10 Items wurden in der vorliegenden Studie nach einer umfangreichen Itemanalyse auf dienachfolgend aufgeführten acht Items reduziert. So enthält die Skala lediglich Items mit guten Werten bei der Schwierigkeit und der Trennschärfe und die Skala „Selbstwirksamkeit“ weist eine gute Reliabilität auf (Vorbefragung: cronbach's $\alpha = .84$; Nachbefragung: cronbach's $\alpha = .86$).
- Ich glaube, ich kann mit Thunderbird arbeiten, wenn niemand in der Nähe ist, der mir erklärt, wie das geht.
 - Ich glaube, ich kann mit Thunderbird arbeiten, wenn ich als Hilfequelle nur ein Handbuch zur Verfügung habe.
 - Ich glaube, ich kann mit Thunderbird arbeiten, wenn ich nur die eingebaute Hilfefunktion zur Verfügung habe.

- Ich glaube, ich könnte in Thunderbird Adressen aus dem LDAP-Verzeichnisdienst (der LDAP-Verzeichnisdienst wird auch als städtisches Adressbuch bezeichnet) verwenden.
 - Ich glaube, ich könnte in Thunderbird eine Signatur an meine Mails anfügen.
 - Ich glaube, ich könnte in Thunderbird die Aufgaben, die ich für meine Stelle (Teilstudie KU: für mein Studium) bewältigen muss, erfüllen.
 - Ich glaube, ich könnte in Thunderbird eine eigene Ordnerstruktur erstellen.
 - Ich glaube, ich könnte in Thunderbird Filterregeln definieren.
5. Computerangst: Zur Messung der Computerangst wurde ebenfalls eine Skala entwickelt, die vor und nach der Bearbeitung der Lernumgebung abgefragt wurde. Bei der Entwicklung wurde die Skala von Heinssen et al. (1987) zugrunde gelegt. Trotz ihres relativ hohen Alters und der extremen Schwierigkeit bildet sie den Aspekt der Computerangst, der in der Definition von Simonson et al. (1987) festgehalten wurde, noch adäquat ab. Die Skala erreichte gute Reliabilitätswerte (Vorbefragung: cronbach's $\alpha = .85$; Nachbefragung: cronbach's $\alpha = .89$). Allerdings bleibt anzumerken, dass alle verwendeten Items extreme Schwierigkeitsindices um die .80 aufweisen, was bei einer klassischen Itemanalyse ihren Ausschluss aus der Skala nahelegen würde. Da das Konstrukt, das es zu messen gilt, vermutlich nicht normalverteilt in der Gesamtpopulation vorliegt und eine geringe Ausprägung des gemessenen Merkmals in der Grundgesamtheit erwartet wird, werden diese Items in der vorliegenden Studie in der Skala zur Computerangst belassen.
- Ich benutze Computer nur ungern, weil ich befürchte, Fehler zu machen, die ich nicht rückgängig machen kann.
 - Ich hege Bedenken gegenüber der Nutzung von Computern.
 - Ich habe es bisher, wenn es mir möglich war, vermieden, Computer zu benutzen, weil Computer auf mich fremd und einschüchternd wirken.
 - Der Gedanke, dass ich an einem Computer durch einen einzigen Tastendruck große Datenmengen vernichten kann, beängstigt mich.
6. Akzeptanz der Lernumgebung: In Anlehnung an Davis et al. (1989) wurde eine Skala aus vier Items zur Messung der Einstellungsakzeptanz der Lernumgebung verwendet. Im Unterschied zu den anderen Skalen variierten hier die Antwortkategorien bei konstanter Fragestellung. Die Skala weist eine sehr hohe Reliabilität auf (cronbach's $\alpha = .96$).

- Ich finde die Teilnahme an dieser Lerneinheit für meine Tätigkeit (Teilstudie KU: für mein Studium) (sehr sinnvoll – sinnvoll – eher sinnvoll – weder noch – eher sinnlos – sinnlos – sehr sinnlos)
 - Ich finde die Teilnahme an dieser Lerneinheit für meine Tätigkeit (Teilstudie KU: für mein Studium) (sehr negativ – negativ – eher negativ – weder noch – eher positiv – positiv – sehr positiv) (umgepolt)
 - Ich finde die Teilnahme an dieser Lerneinheit für meine Tätigkeit (Teilstudie KU: für mein Studium) (sehr nachteilig – nachteilig – eher nachteilig – weder noch – eher vorteilhaft – vorteilhaft – sehr vorteilhaft) - (umgepolt)
 - Ich finde die Teilnahme an dieser Lerneinheit für meine Tätigkeit (Teilstudie KU: für mein Studium) (sehr gut – gut – eher gut – weder noch – eher schlecht – schlecht – sehr schlecht)
7. Einschätzung der Qualität der Lernumgebung: Die allgemeine Einschätzung der Qualität der Lernumgebung wurde in Anlehnung an die Qualitätsdimension „Kosten-Erwartungen-Nutzen“ nach Ehlers (2004) operationalisiert. Die vorliegende Skala Qualitätseinschätzung weist eine gute Reliabilität (cronbach's $\alpha=.76$) auf und wird daher für die vorliegende Studie verwendet. Sie besteht aus folgenden Items:
- Ich konnte bei dieser Lerneinheit mein eigenes Lerntempo wählen.
 - Bei dieser Lerneinheit war das Lernen an meine Bedürfnisse angepasst.
 - Durch die Lerneinheit wurde mir ein zeitlich flexibles Lernen ermöglicht.
8. Individualisierung der Lernumgebung: Um zu messen, inwieweit die Lernenden die Lernumgebung als für sie individualisiert wahrnehmen, wurde eine Skala zur wahrgenommenen Individualisierung erstellt. Dadurch sollte es möglich sein zu überprüfen, ob die Probanden der beiden Untersuchungsgruppen unterschiedliche Individualisierungsgrade feststellen. Diese Skala ist Teil der Beurteilung der Qualität der Lernumgebung durch die Lernenden. Auch die Reliabilität dieser Skala ist im akzeptablen Bereich (cronbach's $\alpha = .71$).
- Die Lerneinheit trifft genau auf mein individuelles Lernbedürfnis zu. (umgepolt)
 - Ich hätte besser lernen können, wenn diese Lerneinheit meine individuellen Vorlieben berücksichtigt hätte.
 - Die Lerneinheit macht auf mich den Eindruck, als ob sie für eine große Masse identitätsloser Menschen gemacht wäre.
 - Während dieser Lerneinheit konnte ich meinen Lernprozess selbst steuern.

9. Einschätzung der Schwierigkeit der Lernumgebung: Ein weiterer Aspekt der Qualität der Lernumgebung ist die Einschätzung der Schwierigkeit der zu bearbeitenden Inhalte. Dabei wurde sowohl die Verständlichkeit der Lernmaterialien als auch die Schwierigkeit der Aufgaben in der Skala operationalisiert. Die vier Items der Skala Schwierigkeit wiesen ebenfalls eine akzeptable Reliabilität auf (cronbach's $\alpha = .74$).
- Die Inhalte der Lerneinheit waren schwer zu verstehen. (umgepolt)
 - Ich konnte die Texte dieser Lerneinheit leicht verstehen.
 - Ich konnte die Aufgaben leicht bearbeiten.
 - Beim Lernen in dieser Lerneinheit fühlte ich mich kompetent.
10. Subjektiver Lernaufwand: Der subjektive Lernaufwand wurde mit einem einzelnen Item gemessen, indem nach der geschätzten Dauer der Bearbeitung der Lerneinheit in Minuten gefragt wurde.
11. Objektiver Lernaufwand: Der objektive Lernaufwand wurde durch eine Logfileanalyse ermittelt. Dabei wurde die Differenz in Minuten zwischen dem ersten Aufruf der ersten Contentseite und dem Verlassen der letzten Contentseite auf Basis von SCORM®-Daten (vgl. Kapitel 10.2.1) ermittelt. Auch hier ist die Ermittlung der Reliabilität wenig sinnvoll.
12. Wissenstest: Zur Ermittlung des kognitiven Lernergebnisses wurde am Ende der Bearbeitung der Lernumgebung ein Wissenstest mit 10 Fragen zu Thunderbird gestellt. Zu jeder Frage wurden vier Antwortvorgaben geboten, von denen eine richtig war. Das Ziel bei der Erstellung des Tests war eine möglichst symmetrische Verteilung der Schwierigkeitsniveaus. Die Auswertung zeigte jedoch eine linksschiefe Verteilung, also deutlich mehr Teilnehmer, die mehr als die Hälfte der Testfragen richtig beantwortet haben. Ursprünglich lagen die Antwortalternativen nominal skaliert vor, da es sich um einen Multiple-Choice-Test handelte. Erst im Rahmen der Bearbeitung wurden diese in einen Wissensindex umgeformt. Bei dieser Umformung wurde aus den vier nominalen Antwortalternativen eine dichotome Variable mit den Werten richtig und falsch. Die Unterscheidung, welche falsche Antwort ausgewählt wurde, ist damit nicht mehr möglich. Die Reliabilität dieser Skala ist gering (cronbach's $\alpha = .56$) da die Fragen unter dem Gesichtspunkt ausgewählt wurden, einen möglichst großen Teil des Stoffs abzuprüfen, wurde auf eine Reduktion der Items, die die Reliabilität möglicherweise erhöht hätte, verzichtet. Da cronbach's α Aussagen über die Gleichförmigkeit einer Skala trifft, beim Wissenstest aber eher eine hohe Bandbreite abgeprüft werden muss, wird

die Reliabilität bei dieser Skala nicht weiter betrachtet. Folgende Fragen umfasste der Wissenstest:

- Der LDAP-Verzeichnisdienst der Stadt München ist vergleichbar mit: a) einem Veranstaltungskalender b) einem virtuellen Postamt c) dem internen Telefonbuch der LHM d) einer virtuellen Festplatte
- Eine Signatur fügt man in Thunderbird ein, indem man: a) in den Kontoeinstellungen eine Textdatei mit den entsprechenden Inhalten einbindet b) die Inhalte in den allgemeinen Optionen in ein Dialogfeld einträgt c) im LDAP-Verzeichnisdienst die Option Signatur aktiviert d) eine Signatur kann nur vom Systemadministrator eingerichtet werden.
- Wenn Sie darüber informiert werden wollen, ob der Adressat einer E-Mail diese erhalten hat ... a) müssen Sie warten, bis er Ihnen antwortet. b) können Sie eine Empfangsbestätigung anfordern c) benötigen Sie eine Signatur d) müssen Sie der Nachricht das entsprechende Etikett zuweisen
- Wie wird das Verkleinern von Ordnern, um Speicherplatz zu sparen, genannt? a) kombinieren b) komprimieren c) kompilieren d) koordinieren
- Das Etikettieren von Nachrichten ... a) teilt dem Absender mit, dass ich die Mail gelesen habe b) spart Speicherplatz c) verhindert unerwünschte Nachrichten (sog. SPAM) d) erleichtert die Sortierung
- Die Suchabfrage „Absender“ „,ist nicht“ „Maier“ findet alle Mails, ... a) deren Absender nicht Maier heißen b) deren Absenderfeld nicht exakt Maier enthalten c) deren Absender weder den Namen Maier haben, noch Namenskombinationen mit „Maier“ enthalten d) deren Absender Maier heißen.
- Wenn Sie die Suchkriterien „Betreff“ „enthält“ „Protokoll“ und „Alter in Tagen“ „,ist kleiner als“ „,10“ mit der Option „mindestens eine der folgenden Bedingungen erfüllen“ ausführen, erhalten Sie a) alle Mails, die „Protokoll“ im Betreff haben oder älter als 10 Tage sind b) alle Mails, die „Protokoll“ im Betreff haben oder jünger als 10 Tage sind c) alle Mails, die „Protokoll“ im Betreff haben und jünger als 10 Tage sind d) alle Mails, die „Protokoll“ im Betreff haben oder älter als 10 Tage sind
- Was enthält ein virtueller Ordner? a) nicht versandte Mails b) Adressen aus Verteilern c) das stets aktualisierte Ergebnis einer Suchabfrage d) Mails, die der Nutzer dorthin kopiert hat.
- Welche der folgenden Aussagen trifft NICHT auf Filter zu? a) Sie helfen dabei, eingehende Mails zu sortieren b) Sie können nacheinander durchgeführt werden c) Sie können mehr als ein Suchkriterium verarbeiten d) Sie bereinigen den Papierkorb.

- Um die Mails im Posteingang nach ihrem Eingangsdatum zu sortieren, a) müssen Sie eine entsprechende Filterregel anlegen b) benötigen Sie einen virtuellen Ordner mit einer entsprechenden Suchabfrage c) müssen Sie die Spalte Datum eingeblendet und mit einem Klick als Sortierkriterium gewählt haben d) benötigen Sie ein sog. Add-in.
13. Fehleranzahl bei den Simulationen: Neben den deklarativen Wissensbeständen, die über den Wissenstest erhoben werden können, wurde das prozedurale Wissen in Form von Fertigkeiten bei der Nutzung von Thunderbird über die Aufzeichnung der fehlerhaften Bedienung der Simulationen über den SCORM®-Player realisiert. In jeder Simulation konnte so festgehalten werden, an welcher Stelle und wie oft fehlerhafte Benutzereingaben getätigt wurden.

11.4 Analyse der erhobenen Daten

Die erhobenen Daten wurden mit SPSS 16.0.2 für Windows analysiert. Dabei wurden die zur Überprüfung der jeweiligen Hypothesen notwendigen inferenzstatistischen Testverfahren angewandt. Jede Hypothese wurde bezüglich ihrer Gültigkeit für die Gesamtstudie und die beiden Teilstudien überprüft. Soweit es sinnvoll war, wurden die Unterschiedshypothesen in einer Feinanalyse für die Gesamtstudie und beide Teilstudien auch für jeden Lernstil getrennt getestet. Da die Möglichkeit bestand, dass die Lernstile aufgrund der oben dargestellten Limitierungen des Erhebungsinstruments fehlerhaft erfasst wurden, wurden die Hypothesen in der Feinanalyse auch für eine vereinfachte Zusammenfassung der Lernstile überprüft. Die Teilnehmer wurden hierfür nach ihrer Präferenz bei der Informationsaufnahme unterschieden, sodass die Hypothesen für Lernende, die über konkrete Erfahrung und für Lernende, die über abstraktes Konzeptionalisieren Informationen aufnehmen, überprüft wurden.

11.4.1 Überprüfung von Unterschiedshypothesen

Bei der Überprüfung der Unterschiedshypothesen bei unabhängigen Stichproben (H1–H7, H9–H11, H13, H16–H19, H21, H22) wurde folgende Entscheidungslogik angewandt:

Um zu klären, ob ein parametrisches Testverfahren zulässig ist, muss sichergestellt sein, dass zwei unabhängige Stichproben vorliegen und es sich um eine Unterschiedshypothese handelt. Dies ist bei diesen Hypothesen der Fall. Zur weiteren Klärung wurde im Rahmen der explorativen Datenanalyse die Hypothese getestet, ob die Verteilung auf der zu testenden Skala eine Normalverteilung ist. Dazu

wurde ein Kolmogorow-Smirnow-Test für eine Stichprobe angewandt. Konnte von einer Normalverteilung ausgegangen werden, wurde im nächsten Schritt mit Levene's Test die Varianzhomogenität der beiden Stichproben überprüft. In Abhängigkeit vom Ergebnis dieses Tests wurde entweder ein T-Test für unabhängige Stichproben mit homogenen Varianzen oder ein T-Test für unabhängige Stichproben mit inhomogenen Varianzen durchgeführt. Wenn die Annahme der Normalverteilung verworfen wurde, wurde der nonparametrische Mann-Whitney-U-Test zum Vergleich der unabhängigen Stichproben herangezogen. Unabhängig vom Ergebnis des Kolmogorow-Smirnow-Tests wurden bei Hypothesen, die an einem $n < 10$ überprüft werden sollten, nicht-parametrische Verfahren verwendet. Welches Verfahren bei den jeweiligen Hypothesen und Unterhypothesen jeweils zum Einsatz kam, ist aus den Ergebnistabellen im Anhang zu ersehen.

Einige Hypothesen (H8, H12) beinhalten Annahmen über Unterschiede bei derselben Stichprobe zu unterschiedlichen Testzeitpunkten. Um diese Annahmen zu überprüfen, wurde analog zum Vorgehen zur Testung von Unterschieden bei unterschiedlichen Stichproben vorgegangen, das parametrische Testverfahren, das hier zur Anwendung kam, war der T-Test für abhängige Stichproben, das non-parametrische Instrument war der Wilcoxon-Test.

11.4.2 Einfaktorielle varianzanalytische Methoden

Zur Überprüfung der Hypothesen H14 und H15 müssen varianzanalytische Methoden verwendet werden. Für Variablen, bei denen auf Grundlage des Kolmogorow-Smirnow-Tests von einer Normalverteilung in der Grundgesamtheit ausgegangen werden kann, wurde eine einfaktorielle Varianzanalyse durchgeführt. Beim Vorliegen signifikanter Ergebnisse sollten die Lernstilgruppen Post-hoc untereinander verglichen werden. Hierzu wurde zur Kontrolle der Alphafehler-Inflationierung eine Bonferroni-Adjustierung ($\alpha_v = \alpha_F/K$, bei $\alpha_F = .05$ und $K = 4$ gilt $\alpha_v = 0,05/4 = 0,013$) vorgenommen. Mithilfe von Levene's Test wurde für die Post-hoc-Tests die Varianzgleichheit überprüft und bei Vorliegen der Varianzgleichheit ein Bonferroni-Test durchgeführt. Konnte die Varianzgleichheit nicht angenommen werden, wurde ein Tamhane-T2-Test durchgeführt.

Bei Variablen, bei denen nicht von einer Normalverteilung ausgegangen werden kann, wurde mit dem non-parametrischen Verfahren des Kruskall-Wallis-H-Tests gerechnet. Wurden signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen festgestellt, wurden mit paarweisen Mann-Whitney-U-Tests die Unterschiede zwischen den Gruppen überprüft. Dabei wurde zur Kontrolle der Alphafehler-Inflationierung

eine Bonferroni-Adjustierung ($\alpha_v = \alpha_F/K$, bei $\alpha_F = .05$ und $K = 4$ gilt $\alpha_v = 0,05/4 = 0,013$) vorgenommen.

11.4.3 Zweifaktorielle varianzanalytische Methoden

Die vorliegende Studie enthält ein 2x2-faktorielles Design in der Hypothese H20. Der Faktor der Teilstudie und der Faktor der Zugehörigkeit zur Treatment- oder Kontrollgruppe wurden in den Fragestellungen getrennt voneinander ausgewertet. Im Rahmen der Fragestellung 3 soll nun untersucht werden, inwieweit die Lernergebnisse von den beiden Faktoren und der Interaktion dieser Faktoren abhängen. Zwar wurde für einzelne Skalen die Annahme der Normalverteilung zurückgewiesen, was die Voraussetzungen der zweifaktoriellen Varianzanalyse verletzt. Allerdings empfehlen Backhaus et al. (2003) den Einsatz dieses Verfahrens auch bei Verletzung der Normalverteilungsannahme, sofern die Zellen annähernd gleich besetzt sind. Da außerdem lediglich das Vorliegen von Zusammenhängen und nicht Aussagen zur Stärke getroffen werden, erachten sie das Potenzial für Fehlinterpretationen für gering. Aus diesem Grunde wird in dieser Arbeit die zweifaktorielle Varianzanalyse angewandt, die Ergebnisse jedoch entsprechend kritisch gewürdigt.

11.5 Untersuchungsablauf

Die gesamte Studie lief online ab. Auf einem Server der Ludwig-Maximilians-Universität München wurde die Lernumgebung für die gesamte Studie angeboten. Dadurch sollte das Vertrauen in die Anonymität der Datenerhebung gesteigert werden. Außerdem war es nur so möglich, die notwendigen technischen Modifikationen an der LiMux-Lernwelt vorzunehmen, da eine Modifikation der LiMux-Lernwelt, die in der gesamten Stadtverwaltung verwendet wird, zu viele Risiken in sich getragen hätte. Die Anmeldung zur Studie erfolgte über die Lernumgebung selbst. Zu diesem Zeitpunkt wurden die soziodemografischen Daten erhoben und die Nutzer konnten einen Benutzernamen und ein Passwort festlegen. Dadurch erhielten sie die Möglichkeit, zu einem späteren Zeitpunkt erneut auf die Lernumgebung zuzugreifen und so den Beginn der Bearbeitung der Studie selbst zu wählen. Die Lernumgebung stand beiden Teilstudien in getrennten Zeiträumen jeweils 6 Wochen rund um die Uhr zur Verfügung. In einem Begrüßungstext wurden die Teilnehmer darauf hingewiesen, dass es notwendig ist, dass sie die Studie am Stück bearbeiten und sie wurden gebeten, sich ein bis zwei Stunden Zeit zu nehmen. Vor Beginn der Bearbeitung der Lernumgebung füllten die Teilnehmer die Vorbefragung aus. Neben den oben dargestellten Instrumenten enthielt die

Vorbefragung einer Fragebatterie zu den Modalitätspräferenzen, die für eine andere Studie verwendet wurde (Nistor et al. 2008). Zu diesem Zeitpunkt wurde durch die Lernumgebung mithilfe eines randomisierten Verfahrens die Zuordnung zur Treatment- und Kontrollgruppe getroffen. Außerdem wurde der Lernstilfragebogen vollautomatisch ausgewertet und der ermittelte Lernstil in der Lernumgebung vermerkt, ohne dass er für die Lernenden ersichtlich war.

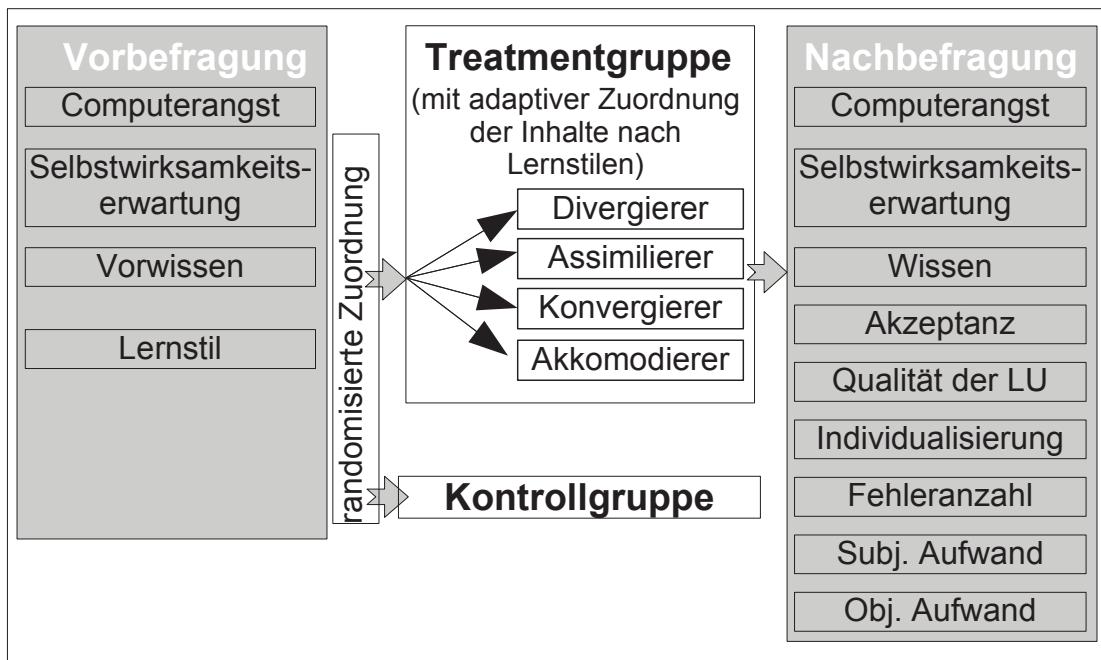


Abb. 11.4: Schema der Untersuchungsgestaltung

Abhängig von den Ergebnissen der randomisierten Gruppenzuteilung wurde den Lernenden entweder die Basisversion des Thunderbirdworkshops präsentiert oder die adaptive Lernumgebung. In der adaptiven Lernumgebung wurde, in Abhängigkeit vom ermittelten Lernstil, der entsprechend lernstiloptimierte Inhalt präsentiert (vgl. Kapitel 10.2). Im Anschluss daran wurden die Teilnehmer aufgefordert, online die Nachbefragung zu bearbeiten. Nach der Fertigstellung der Befragung wurde den Teilnehmern ihr zu Beginn der Studie ermittelter Lernstil und die ermittelte Modalitätspräferenz angezeigt und ein Informationstext zu den Lernstilen zum Herunterladen angeboten.

12 Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse der durchgeführten Studie im Bezug auf die oben entwickelten Fragestellungen dargestellt. Dabei werden die im Kapitel 9 entwickelten Hypothesen mithilfe interferenzstatistischer Methoden, wie sie im Kapitel 11 dargestellt wurden, überprüft. Aus Gründen der besseren Lesbarkeit sind im Fließtext lediglich Angaben zu Mittelwerten und der Signifikanz der Gesamtstudie und der Teilstudien vermerkt. Bei Hypothesen, bei denen besonders bemerkenswerte Ergebnisse festgestellt wurden, sind diese Kennwerte ebenfalls angegeben. Alle weiteren statistischen Daten, insbesondere die vollständigen Ergebnisse der Feinanalyse nach Lernstilen, befinden sich im Anhang III.

12.1 Ergebnisse zur Fragestellung 1: Entwicklung konsistenter adaptiver Lernumgebungen

Die erste Fragestellung untersucht, ob es möglich ist, eine adaptive Lernumgebung zu erstellen, die sowohl in der Didaktik als auch in der Modellierung des Lerners auf kompatible theoretische Konzepte zurückgreift. Diese Fragestellung wurde in mehrere Hypothesen operationalisiert, die im Folgenden überprüft werden.

(H1₁) Die Lernenden, die mit der adaptiven Lernumgebung zu Thunderbird arbeiten, schätzen die Qualität der Lernumgebung höher ein als die Lernenden, die mit einer Lernumgebung arbeiten, die nicht adaptiv ist.

Zur Überprüfung dieser Hypothese wird der Mittelwert auf der Skala zur Qualität der Lernumgebung der Treatmentgruppe mit dem der Kontrollgruppe verglichen. In der Gesamtpopulation konnte kein Unterschied in der Einschätzung der Qualität der Lernumgebung zwischen Untersuchungsgruppen festgestellt werden.

Im theoretischen Teil dieser Arbeit wurde ausgeführt, dass Menschen mit unterschiedlichen Lernstilen auf Lernumgebungen unterschiedlich reagieren. Daher ist es unerlässlich, die Skalenwerte der jeweiligen Lernstilgruppen innerhalb der Treatment- und der Kontrollgruppe zu vergleichen. Daher wurde das arithmetische Mittel auf der Skala „Qualitätseinschätzung“ in den beiden Gruppen nach Lernstilen verglichen. Da die Reliabilität des Instruments zur Bestimmung des Lernstils kritisch betrachtet werden muss (vgl. Kapitel 5.8), wird außerdem ein Vergleich der Ausprägungen auf der Achse „Aufnahme des Lernstoffs“ in Kolbs Modell durchgeführt. Es konnte bei den unterschiedlichen Lernstilgruppen der Gesamtstudie kein Unterschied zwischen der Treatment- und der Kontrollgruppe festgestellt werden. Für die Gesamtstudie wird also die Nullhypothese beibehalten,

denn es liegt kein Unterschied bei der Qualitätseinschätzung der Lernumgebung zwischen der Treatment- und der Kontrollgruppe in der Gesamtstudie vor.

Da sich im Vergleich der deskriptiven Daten große Unterschiede zwischen den beiden Teilstudien zeigten, erschien es sinnvoll, die Hypothese darüber hinaus für die Teilstudien getrennt zu überprüfen. Dabei wurde analog zur Überprüfung der Hypothese in der Gesamtstudie vorgegangen. In der Teilstudie LHM konnten weder zwischen der Treatmentgruppe und der Kontrollgruppe insgesamt noch zwischen den Gruppenangehörigen der jeweiligen Lernstile ein Unterschied festgestellt werden. Daher kann in der Teilstudie LHM die Nullhypothese beibehalten werden.

In der Teilstudie KU konnte ein Unterschied zwischen der Treatmentgruppe und der Kontrollgruppe festgestellt werden ($\bar{x}_{TG-KU}=0,61$, $SD_{TG-KU}=0,22$, $\bar{x}_{KG-KU}=0,71$, $SD_{KG-KU}=0,20$, $p<.05$, $d=0,48$)¹. Dabei beurteilten die Angehörigen der Kontrollgruppe die Qualität der Lernumgebung deutlich besser als die Angehörigen der Treatmentgruppe. Es muss für diese Teilstudie also insgesamt die Alternativhypothese der Nullhypothese vorgezogen werden. In der Analyse der Unterschiede innerhalb der beiden Lernstilgruppen zeigt sich, dass der Unterschied zwischen Treatment- und Kontrollgruppe bei Angehörigen des Lernstils Konvergierer ($\bar{x}_{TG-KU-Konv}=0,56$, $SD_{TG-KU-Konv}=0,21$, $\bar{x}_{KG-KU-Konv}=0,82$, $SD_{KG-KU-Konv}=0,23$, $p<.05$, $d=1,49$) und bei Lernenden, die abstraktes Konzeptionalisieren ($\bar{x}_{TG-KU-AbsK}=0,59$, $SD_{TG-KU-AbsK}=0,24$, $\bar{x}_{KG-KU-AbsK}=0,77$, $SD_{KG-KU-AbsK}=0,16$, $p<.05$, $d=0,88$) zur Informationsaufnahme präferieren, messbar ist. Für diese beiden Gruppen muss in der Feinanalyse die Nullhypothese zu Gunsten der Alternativhypothese verworfen werden. Da der Lernstil Konvergierer abstraktes Konzeptionalisieren bevorzugt, sind die Ergebnisse in soweit konsistent. Da der andere Lernstil, der abstraktes Konzeptionalisieren bevorzugt, der Assimilierer, keine Unterschiede zwischen den beiden Gruppen aufweist, kann davon ausgegangen werden, dass die Unterschiede zwischen den Gruppen in dieser Teilstudie zu großen Teilen auf die Unterschiede bei den Konvergierern zurückzuführen sind.

(H2₁) Die Lernenden, die mit der adaptiven Lernumgebung zu Thunderbird arbeiten, schätzen die Individualisierung der Lernumgebung höher ein als die Lernenden, die mit einer Lernumgebung arbeiten, die nicht adaptiv ist.

Auch diese Hypothese ist eine Unterschiedshypothese. Daher wurden die Mittelwerte der einzelnen Gruppen auf der Skala „Individualisierung“ verglichen. In der Gesamtstudie besteht weder insgesamt noch für die jeweiligen Lernstile ein

1 Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf unterschiedliche Abstufungen der Indizes verzichtet.

Unterschied zwischen der Treatment- und der Kontrollgruppe. Daher ist für die Gesamtstudie die Nullhypothese beizubehalten.

In der Teilstudie LHM besteht kein Unterschied in der Einschätzung der Individualisierung zwischen den beiden Gruppen. In der Feinanalyse zeigte sich jedoch ein Unterschied beim Lernstil Assimilierer. Dort beurteilten die Angehörigen der Kontrollgruppe den Grad der Individualisierung deutlich höher als die Angehörigen der Treatmentgruppe ($\bar{x}_{TG-LHM-Ass}=0,92$, $SD_{TG-LHM-Ass}=0,07$, $\bar{x}_{KG-LHM-Ass}=0,77$, $SD_{KG-LHM-Ass}=0,11$, $p<.05$, $d=1,84$). Für diese Untergruppe der Teilstudie muss also die Alternativhypothese der Nullhypothese vorgezogen werden. Für alle anderen Untergruppen behält die Nullhypothese Gültigkeit.

In der Teilstudie KU lagen weder insgesamt noch in der Feinanalyse Unterschiede vor. Hier ist also ebenfalls die Nullhypothese beizubehalten.

(H3₁) Die Lernenden, die mit der adaptiven Lernumgebung zu Thunderbird arbeiten, schätzen die Schwierigkeit der Bearbeitung der Lernumgebung geringer ein als die Lernenden, die mit einer Lernumgebung arbeiten, die nicht adaptiv ist.

Die Einschätzung der Schwierigkeit der Lernumgebung wurde anhand des Mittelwerts auf der Skala Schwierigkeit ermittelt. Dabei konnte bei der Gesamtstudie kein Unterschied zwischen der Treatmentgruppe und der Kontrollgruppe festgestellt werden. Die Feinanalyse nach Lernstilen zeigte ebenfalls keine Unterschiede. Es kann also bei dieser Hypothese die Nullhypothese beibehalten werden.

In der Teilstudie LHM konnten ebenfalls weder insgesamt noch zwischen den einzelnen Lernstilgruppen Unterschiede bei der Einschätzung der Schwierigkeit der Lernumgebung festgestellt werden. Hier ist die Nullhypothese beizubehalten.

In der Teilstudie KU zeigten sich keinerlei Unterschiede auf dieser Skala, weder insgesamt, noch bei den einzelnen Lernstilen. Auch hier ist also die Nullhypothese weiterhin gültig.

Die Ergebnisse aus der Überprüfung der ersten drei Hypothesen zeigen, dass es größtenteils gelungen ist, in der adaptiven Lernumgebung eine Lernumgebung umzusetzen, die von den Lernenden ähnlich wahrgenommen wird wie eine nicht-adaptive. Lediglich bei der allgemeinen Qualitätseinschätzung konnte bei den Lernenden des Lernstils Konvergierer in der Teilstudie KU festgestellt werden, dass die Kontrollgruppe die Lernumgebung deutlich besser bewertet. Bei der Individualisierung nahm bei der Teilstudie LHM die Kontrollgruppe des Lernstils Assimilierer eine höhere Individualisierung wahr. Diese beiden Einschränkungen sind an einer späteren Stelle dieser Arbeit zu diskutieren.

12.2 Ergebnisse zur Fragestellung 2: Wirkung adaptiver Lernumgebungen auf die Lernergebnisse

In dieser Fragestellung werden speziell die Auswirkungen der adaptiven Lernumgebung auf die Lernergebnisse bei den Lernenden gemessen. Dazu wurden die in der Fragestellung entwickelten Hypothesen mit den oben beschriebenen statistischen Methoden überprüft.

(H4₁) Die Lernenden, die mit der adaptiven Lernumgebung zu Thunderbird arbeiten, machen weniger Fehler bei den Simulationen als Lernende, die mit einer nicht-adaptiven Lernumgebung arbeiten.

Zur Überprüfung dieser Hypothese wurde die absolute Anzahl der über den SCORM®-Player aufgezeichneten Fehler bei den Simulationen der einzelnen Lerneinheiten zugrunde gelegt. Eine gewisse Unschärfe entsteht hier dadurch, dass die Lernenden in der adaptiven Lernumgebung unterschiedlich lange Simulationen erhalten haben und daher ihre Chancen, Fehler zu machen unterschiedlich groß waren. Da die Längenunterschiede im Vergleich zur Gesamtlänge der Simulationen relativ gering waren, wird diese Fehlerquelle zunächst nicht weiter berücksichtigt. Bei der Erklärung von Unterschieden wird sie jedoch näher zu betrachten sein.

Bei der Gesamtstudie konnten keine Unterschiede bei den Fehlern bei den Simulationen zwischen den beiden Gruppen festgestellt werden. In der Feinanalyse konnte bei keinem Lernstil und bei keiner Aufnahmepräferenz ein Unterschied festgestellt werden. Es muss also die Alternativhypothese zu Gunsten der Nullhypothese verworfen werden.

Bei der Teilstudie LHM zeigte sich insgesamt ein Unterschied zwischen der Treatmentgruppe und der Kontrollgruppe ($\bar{x}_{TG-LHM}=11,46$, $SD_{TG-LHM}=6,92$, $\bar{x}_{KG-LHM}=6,75$, $SD_{KG-LHM}=5,54$, $p<.05$, $d=0,75$). Die Treatmentgruppe wies deutlich mehr Fehler in den Simulationen auf als die Kontrollgruppe. Bei der Feinanalyse zeigte sich ein Unterschied ($\bar{x}_{TG-LHM-Akk}=14,00$, $SD_{TG-LHM-Akk}=8,11$, $\bar{x}_{KG-LHM-Akk}=5,00$, $SD_{KG-LHM-Akk}=2,53$, $p<.05$, $d=1,5$) in der Gruppe der Akkommadierer, der ebenfalls bei Lernenden zu beobachten war, die Informationen über konkrete Erfahrung aufnehmen ($\bar{x}_{TG-LHM-KE}=13,00$, $SD_{TG-LHM-KE}=7,64$, $\bar{x}_{KG-LHM-KE}=6,69$, $SD_{TG-LHM-KE}=5,21$, $p<.05$, $d=0,96$). Die Unterschiede wiesen bei beiden Gruppen eine höhere Fehleranzahl bei der Treatmentgruppe als bei der Kontrollgruppe auf. Ein deutlicher Unterschied bei den beiden Lernumgebungen war bei den Lernstilen, die über konkrete Erfahrung lernen, dass der Treatmentgruppe der jeweilige Lerninhalt nicht nochmals durch ein Skriptum, sondern lediglich durch Animationen ver-

mittelt wurde. Daher wurde in der Auswertungsphase ein neuer Gruppenvergleich eingeführt:

(H4A₁): Lernende, denen in der Bearbeitung der Lernumgebung ein Skriptum vorlag, machen in der Simulation weniger Fehler als Lerndende, denen kein Skriptum vorlag.

Es wurde, unabhängig von der Einteilung in die Untersuchungsgruppen, unterschieden, ob den Lernenden ein Skriptum vorlag oder nicht. Dadurch sollten Unterschiede bei den kognitiven und fertigkeitsbezogenen Lernergebnissen erklärt werden. Die Überprüfung der Hypothese H4A bei der Teilstudie LHM wies deutlich mehr Fehler bei Lernenden auf, die kein Skriptum zur Verfügung hatten, als bei Lernenden, denen ein Skriptum zur Verfügung ($\bar{x}_{mS-LHM}=7,68$, $SD_{mS-LHM}=5,71$, $\bar{x}_{oS-LHM}=13,00$, $SD_{oS-LHM}=7,64$, $p<.05$, $d=0,79$) stand. Hier kann die Alternativhypothese angenommen werden.

Angewandt auf die Gesamtstudie wies dieser Vergleich keine Unterschiede auf. Die Überprüfung der Hypothese H4 muss jedoch trotzdem mit dem Beibehalten der Nullhypothese abgeschlossen werden.

Bei der Teilstudie KU konnten weder in der Gesamtstudie noch bei den einzelnen Lernstilen Unterschiede bei der Fehleranzahl bei den Simulationen festgestellt werden. Die Unterscheidung der gesamten Stichprobe nach dem Vorliegen eines Skriptums zeigte keine Unterschiede bei den Fehlern. Auch für die Teilstudie KU ist die Alternativhypothese zu Gunsten der Nullhypothese zu verwerfen.

Die Hypothese H4 muss also verworfen werden. Nach der zusätzlichen Analyse der unabhängigen Variable Skriptum erscheint es, als könnten Unterschiede bei den Simulationsfehlern durch das Vorliegen eines Skriptums erklärt werden. Eine genauere Interpretation wird im anschließenden Kapitel erfolgen.

(H5₁) Die Lernenden, die mit der adaptiven Lernumgebung zu Thunderbird arbeiten, erreichen im abschließenden Wissenstest eine höhere Punktzahl als Lernende, die mit einer nicht-adaptiven Lernumgebung arbeiten.

Zur Messung der Kenntnisse, die die Lernenden am Ende des Workshops bezüglich Thunderbird aufwiesen, wurden die Mittelwerte der Untersuchungsgruppen beim Wissenstestscore verglichen. In der Gesamtstudie wiesen die beiden Gruppen keine Unterschiede auf. Bei der Feinanalyse zeigte der Lernstil der Akkommodierer geringere Scores bei der Treatment- als bei der Kontrollgruppe ($\bar{x}_{TG-ACK}=0,69$, $SD_{TG-ACK}=0,19$, $\bar{x}_{KG-ACK}=0,82$, $SD_{KG-ACK}=0,18$, $p<.05$, $d=0,70$). Ebenso wiesen bei Lernenden, die Informationen über konkrete Erfahrung aufzunehmen, die Angehörigen der Treatmentgruppe geringere Ergebnisse beim

Wissenstest auf, als die Angehörigen der Kontrollgruppe ($\bar{x}_{TG-KE}=0,71$, $SD_{TG-KE}=0,18$, $\bar{x}_{KG-KE}=0,80$, $SD_{KG-KE}=0,18$, $p<.05$, $d=0,50$). Da der Lernstil des Akkommodierers Informationen über konkrete Erfahrung aufnimmt, ist dieses Ergebnis insoweit konsistent. Wie bei der Hypothese H4 wurde auch bei dieser Hypothese ein Vergleich der Lernenden, denen ein Skriptum zur Verfügung stand, und Lernenden ohne Skriptum durchgeführt. Dazu wurde die Hypothese H5A gebildet:

(H5A₁): Lernende, denen in der Bearbeitung der Lernumgebung ein Skriptum vorlag, erreichen beim Wissenstest eine höhere Punktzahl als Lernende, denen kein Skriptum vorlag.

Hier zeigte sich in der Gesamtstudie ebenfalls ein Unterschied, mit höheren Werten bei der Kontrollgruppe ($\bar{x}_{mS}=0,79$, $SD_{mS}=0,17$, $\bar{x}_{oS}=0,71$, $SD_{oS}=0,18$, $p<.05$, $d=0,46$). Die Nullhypothese ist beizubehalten.

Bei der Teilstudie LHM zeigte sich ein ähnliches Bild. Die Angehörigen der Treatmentgruppe wiesen eine geringere Punktzahl beim Wissenstest auf, als die Angehörigen der Kontrollgruppe ($\bar{x}_{TG-LHM}=0,81$, $SD_{TG-LHM}=0,13$, $\bar{x}_{KG-LHM}=0,88$, $SD_{KG-LHM}=0,12$, $p<.05$, $d=0,56$). In der Feinanalyse erwies sich, dass die Unterschiede bei den Akkommodierern ($\bar{x}_{TG-LHM-ACK}=0,79$, $SD_{TG-LHM-ACK}=0,14$, $\bar{x}_{KG-LHM-ACK}=0,90$, $SD_{KG-LHM-ACK}=0,10$, $p<.05$, $d=0,90$) weiter zu beobachten sind. Allerdings konnten hier keine Unterschiede bei der Aufnahmepräferenz konkrete Erfahrung festgestellt werden. Die Unterscheidung nach dem Vorliegen eines Skriptums (H5A) ergab, dass Lernende dieser Teilstudie unabhängig von der Adaptivität der Lernumgebung bessere Ergebnisse beim Wissenstest erzielten, wenn ihnen ein Skriptum ($\bar{x}_{mS-LHM}=0,87$, $SD_{mS-LHM}=0,11$, $\bar{x}_{oS-LHM}=0,78$, $SD_{oS-LHM}=0,14$, $p<.05$, $d=0,71$) vorlag. Die Nullhypothese ist hier beizubehalten, die Lernenden der Treatmentgruppe erzielten schlechtere oder gleich gute Ergebnisse wie die Lernenden der Kontrollgruppe.

Bei der Teilstudie KU konnten keinerlei Unterschiede beim Wissenstest festgestellt werden. Dies bezieht sich sowohl auf die gesamte Studie als auch auf die Feinanalyse nach Lernstilen. Ein Vergleich der Studierenden, denen ein Skriptum (H5A) vorlag mit denen ohne erbrachte ebenfalls keine Unterschiede. Die Alternativhypothese ist hier abzulehnen.

Lernende, die mit einer adaptiven Lernumgebung gelernt haben, wiesen keine besseren Ergebnisse beim abschließenden Wissenstest auf, sondern teilweise sogar schlechtere. Dieser Unterschied lässt sich jedoch durch das fehlende Skriptum sehr gut erklären.

(H6₁) Es besteht ein Unterschied bei der computerbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung zu Beginn des Trainings zwischen Lernenden, die mit einer adaptiven Lernumgebung arbeiten und Lernenden, die mit einer nicht-adaptiven Lernumgebung arbeiten.

Um sicherzustellen, dass die Angehörigen der beiden Untersuchungsgruppen bei den Vorbedingungen der Untersuchung vergleichbar sind, wurde in dieser Hypothese überprüft, ob es Unterschiede bei der computerbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung zu Beginn des Workshops gab.

In der Gesamtstudie konnten keine Unterschiede zwischen der Treatment- und der Kontrollgruppe gemessen werden. Ebenso lagen bei den einzelnen Lernstilen keine Unterschiede vor. Für die Gesamtstudie ist die Nullhypothese beizubehalten, es besteht kein Unterschied zwischen den Untersuchungsgruppen.

Bei der Teilstudie LHM zeigte die Treatmentgruppe eine geringere Selbstwirksamkeitserwartung als die Kontrollgruppe ($\bar{x}_{TG-LHM}=0,58$, $SD_{TG-LHM}=0,25$, $\bar{x}_{KG-LHM}=0,71$, $SD_{KG-LHM}=0,24$, $p<.05$, $d=0,18$). In der Feinanalyse zeigte sich, dass bei den Konvergierern die Treatmentgruppe eine geringere Selbstwirksamkeitserwartung aufwies ($\bar{x}_{TG-LHM-Kon}=0,50$, $SD_{TG-LHM-Kon}=0,24$, $\bar{x}_{KG-LHM-Kon}=0,84$, $SD_{KG-LHM-Kon}=0,10$, $p<.05$, $d=1,48$) als die Kontrollgruppe. Für die Teilstudie LHM kann insgesamt und für die Konvergierer die Alternativhypothese angenommen werden.

Bei der Teilstudie KU konnten beim gesamten Datensatz keine Unterschiede zwischen den Untersuchungsgruppen festgestellt werden. In der Feinanalyse wiesen jedoch bei den Divergierern ($\bar{x}_{TG-KU-Div}=0,48$, $SD_{TG-KU-Div}=0,17$, $\bar{x}_{KG-KU-Div}=0,67$, $SD_{KG-KU-Div}=0,11$, $p<.05$, $d=1,33$) und den Assimilierern ($\bar{x}_{TG-KU-Ass}=0,39$, $SD_{TG-KU-Ass}=0,20$, $\bar{x}_{KG-KU-Ass}=0,60$, $SD_{KG-KU-Ass}=0,10$, $p<.05$, $d=1,71$) die Angehörigen der Treatmentgruppe eine geringere Selbstwirksamkeitserwartung auf als die Angehörigen der Kontrollgruppe. Beim Lernstil der Konvergierer wiesen die Angehörigen der Treatmentgruppe eine höhere Selbstwirksamkeitserwartung auf ($\bar{x}_{TG-KU-Kon}=0,71$, $SD_{TG-KU-Kon}=0,21$, $\bar{x}_{KG-KU-Kon}=0,50$, $SD_{KG-KU-Kon}=0,16$, $p<.05$, $d=1,12$). Hier muss die Alternativhypothese für die Lernstile Divergierer, Assimilierer und Konvergierer angenommen werden.

Auf Grundlage der Ergebnisse der Feinanalyse der beiden Teilstudien ist in späteren Analysen darauf zu achten, dass die beiden Untersuchungsgruppen bereits zu Anfang Unterschiede bei der computerbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung aufwiesen. Eventuelle Veränderungsmessungen müssen die unterschiedlichen Anfangszustände berücksichtigen.

(H7₁) Die Lernenden, die mit der adaptiven Lernumgebung zu Thunderbird arbeiten, weisen nach dem Training eine größere computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung auf als Lernende, die mit einer nicht-adaptiven Lernumgebung arbeiten.

Um Unterschiede bei der Wirkung auf die computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung feststellen zu können, wurde diese auch am Ende der Untersuchung erhoben.

In der Gesamtstudie konnten weder beim gesamten Datensatz noch in der Feinanalyse Unterschiede zwischen den beiden Untersuchungsgruppen festgestellt werden. Die Alternativhypothese ist zu verwerfen.

In der Teilstudie LHM konnten ebenfalls weder beim Vergleich der Treatmentgruppe und Kontrollgruppe noch in der Feinanalyse Unterschiede festgestellt werden. Die Nullhypothese behält ihre Gültigkeit.

In der Teilstudie KU muss die Alternativhypothese verworfen werden, da keine Unterschiede zwischen den Untersuchungsgruppen und in der Feinanalyse festgestellt werden konnten.

(H8₁) Die Lernenden weisen nach dem Training einen höheren Wert bei der computerbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung auf als zu Beginn des Trainings.

Die Hypothese wurde nach dem Vorgehen für abhängige Stichproben bearbeitet.

In der Gesamtstudie wurden die Ergebnisse auf der Skala Selbstwirksamkeitserwartung vor der Teilnahme am Thunderbirdworkshop und danach verglichen. Sowohl in der Gesamtstudie ($\bar{x}_{VB}=0,59$, $SD_{VB}=0,22$, $\bar{x}_{NB}=0,83$, $SD_{NB}=0,15$, $p<.05$, $d=1,27$) als auch bei den beiden Untersuchungsgruppen ($\bar{x}_{VB-TG}=0,55$, $SD_{VB-TG}=0,24$, $\bar{x}_{NB-TG}=0,82$, $SD_{NB-TG}=0,16$, $p<.05$, $d=1,32$; $\bar{x}_{VB-KG}=0,62$, $SD_{VB-KG}=0,19$, $\bar{x}_{NB-KG}=0,85$, $SD_{NB-KG}=0,13$, $p<.05$, $d=1,41$) konnte eine Zunahme der Selbstwirksamkeitserwartung festgestellt werden. Im Rahmen der Feinanalyse wurde die Zunahme für alle Lernstilgruppen komplett sowie die Angehörigen der Treatment- und der Kontrollgruppe jedes Lernstils überprüft. In allen Fällen lag eine Zunahme der Selbstwirksamkeitserwartung vor, sodass die Nullhypothese zu Gunsten der Alternativhypothese verworfen werden kann.

In der Teilstudie LHM konnten im kompletten Datensatz ebenfalls Zunahmen beobachtet werden ($\bar{x}_{VB-LHM}=0,64$, $SD_{VB-LHM}=0,22$, $\bar{x}_{NB-LHM}=0,87$, $SD_{NB-LHM}=0,12$, $p<.05$, $d=1,30$), allerdings muss in der Feinanalyse die Alternativhypothese bei den Angehörigen der Kontrollgruppe der Assimilierer sowie bei allen Untergruppen der

Divergierer zu Gunsten der Nullhypothese verworfen werden. Bei allen anderen Untergruppen dieser Teilstudie ist jedoch die Nullhypothese abzulehnen.

In der Teilstudie KU ($\bar{x}_{VB-KU}=0,55$, $SD_{VB-KU}=0,20$, $\bar{x}_{NB-KU}=0,80$, $SD_{NB-KU}=0,15$, $p<.05$, $d=1,41$) konnte sowohl beim gesamten Datensatz als auch bei allen Elementen der Feinanalyse eine Zunahme beobachtet werden. Hier ist also die Nullhypothese abzulehnen.

Mit Ausnahme der Kontrollgruppe der Assimilierer und der Divergierer bei der Teilstudie LHM ist die Nullhypothese abzulehnen, es kann also weitestgehend von einer Zunahme der computerbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung ausgegangen werden.

(H9₁) Die Lernenden, die mit der adaptiven Lernumgebung zu Thunderbird arbeiten, weisen nach dem Training einen größeren Zuwachs bei der computerbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung auf als Lernende, die mit einer nicht-adaptiven Lernumgebung arbeiten.

Um die unterschiedlichen Niveaus der Selbstwirksamkeitserwartung zu Beginn der Bearbeitung des Workshops zu kontrollieren, wurde die Zunahme der Selbstwirksamkeit in einer neuen Variable abgebildet, die aus der Differenz des Wertes auf der Skala zur computerbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung am Ende der Bearbeitung und des Wertes zu Beginn berechnet wurde.

In der Gesamtstudie konnte bei der Entwicklung der Selbstwirksamkeit kein Unterschied zwischen den beiden Untersuchungsgruppen festgestellt werden. Bei der Feinanalyse konnte bei den einzelnen Lernstilen keinerlei Unterschied bei der Entwicklung der Selbstwirksamkeitserwartung festgestellt werden. Für die Gesamtstudie muss die Alternativhypothese verworfen werden.

In der Teilstudie LHM konnte im gesamten Datensatz ebenfalls kein Unterschied festgestellt werden. Bei der Feinanalyse konnte jedoch ein höherer Wert auf der Skala Selbstwirksamkeitsentwicklung ($\bar{x}_{TG-LHM-Kon}=0,33$, $SD_{TG-LHM-Kon}=0,13$, $\bar{x}_{KG-LHM-Kon}=0,12$, $SD_{KG-LHM-Kon}=0,17$, $p<.05$, $d=1,11$) bei der Treatmentgruppe der Konvergierer festgestellt werden. Die Nullhypothese ist für diese Gruppe abzulehnen, für die restlichen Gruppen der Teilstudie LHM ist die Alternativhypothese zu Gunsten der Nullhypothese zu verwerfen.

In der Teilstudie KU konnten weder bei den Untersuchungsgruppen insgesamt noch in der Feinanalyse Unterschiede festgestellt werden, hier gilt weiter die Nullhypothese.

Die Nutzung der adaptiven Lernumgebung weist lediglich in der Teilstudie LHM bei den Konvergierern eine größere Zunahme bei der Selbstwirksamkeitserwartung auf. Bei den anderen Kombinationen konnten keine Unterschiede festgestellt werden.

(H10₁) Die Lernenden, die mit der adaptiven Lernumgebung zu Thunderbird arbeiten, weisen vor dem Training einen Wert bei der Computerangst auf, der sich von dem von Lernenden, die nicht mit einer adaptiven Lernumgebung arbeiten, unterscheidet.

Beim Komplex der Computerangst wurde zunächst die Ausprägung des Merkmals zu Beginn des Workshops mit der Skala Computerangst gemessen.

Bei der Gesamtstudie konnten keine Unterschiede bei der Ausprägung der Computerangst zwischen den Mitgliedern der Treatment- und der Kontrollgruppe gemessen werden. Die Feinanalyse nach den jeweiligen Lernstilen wies ebenfalls keine Unterschiede auf. Die Nullhypothese behält ihre Gültigkeit.

Bei der Teilstudie LHM war insgesamt kein Unterschied bei der anfänglichen Computerangst messbar. In der Feinanalyse zeigt sich beim Lernstil Konvergierer, dass die Treatmentgruppe eine höhere Computerangst ($\bar{x}_{TG-LHM-Kon}=0,15$, $SD_{TG-LHM-Kon}=0,11$, $\bar{x}_{KG-LHM-Kon}=0,04$, $SD_{KG-LHM-Kon}=0,07$, $p<.05$, $d=1,19$) aufwies als die Kontrollgruppe. Für diesen Fall ist die Nullhypothese abzulehnen, ansonsten die Alternativhypothese.

Bei der Teilstudie KU lag ebenfalls kein Unterschied zwischen den beiden Untersuchungsgruppen vor. Bei den Untersuchungsgruppen der einzelnen Lernstile wies hier die Treatmentgruppe der Konvergierer einen geringeren Wert auf als die Kontrollgruppe ($\bar{x}_{TG-KU-Kon}=0,02$, $SD_{TG-KU-Kon}=0,03$, $\bar{x}_{KG-KU-Kon}=0,20$, $SD_{KG-KU-Kon}=0,19$, $p<.05$, $d=1,32$). Hier muss die Nullhypothese verworfen werden, in allen anderen Untergruppen der Teilstudie KU muss hingegen die Alternativhypothese abgelehnt werden.

Im Wesentlichen ist die Ausprägung der Computerangst in allen Teilstudien ähnlich, allerdings unterschied sie sich bei den Konvergierern in beiden Teilstudien. Dabei wiesen die Angehörigen der Treatmentgruppe bei der LHM einen höheren Wert, also eine größere Ausprägung auf, während sie bei den Studenten der Teilstudie KU einen geringeren Wert, also eine geringere Ausprägung aufwiesen. Hier muss für den Vergleich der Wirkung der Lernumgebung auf die Ausprägung der Computerangst der Anfangswert berücksichtigt werden.

(H11₁) Die Lernenden, die mit der adaptiven Lernumgebung zu Thunderbird arbeiten, weisen nach dem Training eine geringere Computerangst auf als Lernende, die nicht mit einer adaptiven Lernumgebung arbeiten.

Mit demselben Instrument wie bei der Vorbefragung wurde nach der Bearbeitung des Workshops die Computerangst gemessen. Es wird angenommen, dass die Treatmentgruppe durch die adaptive Gestaltung einen geringeren Wert aufweist als die Kontrollgruppe.

Zwischen der Treatmentgruppe und der Kontrollgruppe der Gesamtstudie konnten bei der Ausprägung der Computerangst nach dem Thunderbirdworkshop keine Unterschiede festgestellt werden. Bei den Untersuchungsgruppen der jeweiligen Lernstile konnten keine Unterschiede beobachtet werden. Dasselbe Ergebnis war bei beiden Teilstudien zu beobachten.

Diese Hypothese ist insgesamt zu Gunsten der Nullhypothese abzulehnen.

(H12₁) Die Lernenden weisen nach dem Training einen geringeren Wert bei der Computerangst auf als zu Beginn des Trainings.

Hier sollte geklärt werden, inwieweit der Thunderbirdworkshop-online dazu beiträgt, dass die Computerangst reduziert wird. Es wurden also Vergleiche derselben Stichprobe zu zwei Testzeitpunkten durchgeführt.

In der Gesamtstudie konnte eine Abnahme der Computerangst bei allen Teilnehmern beobachtet werden ($\bar{x}_{VB}=0,19$, $SD_{VB}=0,20$, $\bar{x}_{NB}=0,17$, $SD_{NB}=0,23$, $p<.05$, $d=0,09$). Diese Abnahme ist auch bei der Treatmentgruppe zu beobachten ($\bar{x}_{VB-TG}=0,19$, $SD_{VB-TG}=0,20$, $\bar{x}_{NB-TG}=0,15$, $SD_{NB-TG}=0,22$, $p<.05$, $d=0,19$), nicht jedoch bei der Kontrollgruppe. Für die Gesamtstudie ist die Nullhypothese für alle Teilnehmer und die Treatmentgruppe abzulehnen, nicht jedoch für die Kontrollgruppe. In der Feinanalyse zeigte sich, dass insgesamt bei den Akkommodierern ($\bar{x}_{VB-Akk}=0,18$, $SD_{VB-Akk}=0,21$, $\bar{x}_{NB-AKK}=0,16$, $SD_{NB-Akk}=0,23$, $p<.05$, $d=0,09$) und den Konvergierern ($\bar{x}_{VB-Kon}=0,11$, $SD_{VB-Kon}=0,14$, $\bar{x}_{NB-Kon}=0,09$, $SD_{NB-Kon}=0,16$, $p<.05$, $d=0,13$) eine Abnahme der Computerangst zu verzeichnen war. Bei den Treatmentgruppen der Assimilierer ($\bar{x}_{VB-Ass-TG}=0,22$, $SD_{VB-Ass-TG}=0,24$, $\bar{x}_{NB-Ass-TG}=0,15$, $SD_{NB-Ass-TG}=0,20$, $p<.05$, $d=0,32$) und Konvergierer ($\bar{x}_{VB-Kon-TG}=0,09$, $SD_{VB-Kon-TG}=0,11$, $\bar{x}_{NB-Kon-TG}=0,05$, $SD_{NB-Kon-TG}=0,04$, $p<.05$, $d=0,43$), sowie der Gruppe, die Informationen über abstraktes Konzeptionalisieren aufnimmt ($\bar{x}_{VB-AbsK-TG}=0,15$, $SD_{VB-AbsK-TG}=0,19$, $\bar{x}_{NB-AbsK-TG}=0,10$, $SD_{NB-AbsK-TG}=0,15$, $p<.05$, $d=0,29$), war eine Abnahme zu verzeichnen. Das ist in soweit konsistent, als die beiden Lernstile, die über abstraktes Konzeptionalisieren aufnehmen, die

Assimilierer und Konvergierer sind. Für diese Untergruppen kann also die Alternativhypothese angenommen werden, für die anderen muss sie verworfen werden.

Bei der Teilstudie LHM war insgesamt eine Abnahme der Computerangst festzustellen ($\bar{x}_{VB-LHM}=0,13$, $SD_{VB-LHM}=0,16$, $\bar{x}_{NB-LHM}=0,10$, $SD_{NB-LHM}=0,10$, $p<.05$, $d=0,19$), ebenso bei der Treatmentgruppe ($\bar{x}_{VB-LHM-TG}=0,15$, $SD_{VB-LHM-TG}=0,16$, $\bar{x}_{NB-LHM-TG}=0,07$, $SD_{NB-LHM-TG}=0,16$, $p<.05$, $d=0,58$). In der Feinanalyse zeigte sich bei den Konvergierern ($\bar{x}_{VB-LHM-Kon}=0,09$, $SD_{VB-LHM-Kon}=0,10$, $\bar{x}_{NB-LHM-Kon}=0,05$, $SD_{NB-LHM-Kon}=0,07$, $p<.05$, $d=0,46$) und bei der Gruppe, die über abstraktes Konzeptionalisieren ($\bar{x}_{VB-LHM-Abst.K}=0,11$, $SD_{VB-LHM-Abst.K}=0,13$, $\bar{x}_{TNB-LHM-AbstK}=0,07$, $SD_{NB-LHM-AbstK}=0,11$, $p<.05$, $d=0,33$) Informationen aufnimmt, eine Abnahme der Computerangst. Bei den Treatmentgruppen der Akkommodierer ($\bar{x}_{VB-LHM-Akk-TG}=0,18$, $SD_{VB-LHM-Akk-TG}=0,19$, $\bar{x}_{NB-LHM-Akk-TG}=0,08$, $SD_{NB-LHM-Akk-TG}=0,13$, $p<.05$, $d=0,61$) und der Konvergierer ($\bar{x}_{VB-LHM-Kon-TG}=0,15$, $SD_{VB-LHM-Kon-TG}=0,11$, $\bar{x}_{NB-LHM-Kon-TG}=0,10$, $SD_{NB-LHM-Kon-TG}=0,08$, $p<.05$, $d=0,52$) war ebenfalls eine Abnahme der Computerangst zu beobachten. Die beiden Gruppen der Informationsaufnahme, in denen jeweils zwei Lernstile subsumiert sind ($\bar{x}_{VB-LHM-KE-TG}=0,17$, $SD_{VB-LHM-KE-TG}=0,17$, $\bar{x}_{NB-LHM-KE-TG}=0,08$, $SD_{NB-LHM-KE-TG}=0,19$, $p<.05$, $d=0,61$; $\bar{x}_{TVB-LHM-AbsK-TG}=0,13$, $SD_{VB-LHM-AbstK-TG}=0,15$, $\bar{x}_{NB-LHM-AbsK-TG}=0,07$, $SD_{NB-LHM-AbsK-TG}=0,09$, $p<.05$, $d=0,49$), weisen darüber hinaus bei der Treatmentgruppe eine Abnahme der Computerangst auf. Es kann in einigen Bereichen die Alternativhypothese angenommen werden, in einigen, insbesondere bei allen Kontrollgruppen der Teilstudie LHM, bleibt die Nullhypothese gültig.

Bei der Teilstudie KU konnte insgesamt keine Abnahme der Computerangst festgestellt werden. Lediglich bei der Feinanalyse konnte bei der Treatmentgruppe der Assimilierer ($\bar{x}_{VB-KU-Ass-TG}=0,33$, $SD_{VB-KU-Ass-TG}=0,22$, $\bar{x}_{NB-KU-Ass-TG}=0,28$, $SD_{NB-KU-Ass-TG}=0,23$, $p<.05$, $d=0,44$) und der Gruppe der abstrakten Konzeptionalisierer ($\bar{x}_{VB-KU-AbsK-TG}=0,13$, $SD_{VB-KU-AbsK-TG}=0,20$, $\bar{x}_{NB-KU-AbsK-TG}=0,07$, $SD_{NB-KU-AbsK-TG}=0,20$, $p<.05$, $d=0,23$) eine Abnahme festgestellt werden. Im größten Teil der Studie ist die Alternativhypothese zu verwerfen, lediglich in Bezug auf die Assimilierer und abstrakte Konzeptionalisierer ist die Nullhypothese abzulehnen. Es bleibt festzuhalten, dass Assimilierer zu der Gruppe der abstrakten Konzeptionalisierer zählen, sodass dieses Ergebnis insofern konsistent wirkt.

(H13₁) Die Lernenden, die mit der adaptiven Lernumgebung zu Thunderbird arbeiten, weisen nach dem Training eine größere Abnahme bei der Computerangst auf als Lernende, die nicht mit einer adaptiven Lernumgebung arbeiten.

Analog zur computerbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung wurde für die Computerangstentwicklung eine neue Variable definiert. Sie besteht aus der Differenz zwischen der Computerangst bei der Vorbefragung und der Computer-

angst bei der Nachbefragung. Je kleiner dieser Wert ist, desto größer ist die Abnahme der Computerangst.

In der Gesamtstudie weist die Treatmentgruppe eine stärkere Abnahme bei der Computerangst auf als die Kontrollgruppe ($\bar{x}_{TG}=-0,04$, $SD_{TG}=0,13$, $\bar{x}_{KG}=0,00$, $SD_{KG}=0,11$, $p<.05$, $d=0,33$). Die Nullhypothese ist zu verwerfen. In der Feinanalyse besteht bei allen Lernstilen und dem Lernen durch konkrete Erfahrung kein Unterschied zwischen den Untersuchungsgruppen, lediglich beim Lernen durch abstraktes Konzeptionalisieren ($\bar{x}_{TG-AbsK}=-0,05$, $SD_{TG-AbsK}=0,06$, $\bar{x}_{KG-AbsK}=0,01$, $SD_{KG-AbsK}=0,02$, $p<.05$, $d=0,68$) weist die Treatmentgruppe eine stärkere Abnahme auf.

In der Teilstudie LHM ist ebenfalls ein Unterschied bei der Abnahme der Computerangst zu beobachten ($\bar{x}_{TG-LHM}=-0,07$, $SD_{TG-LHM}=0,09$, $\bar{x}_{KG-LHM}=0,00$, $SD_{KG-LHM}=0,09$, $p<.05$, $d=0,78$). Die Feinanalyse zeigt, dass bei den Akkommodierern ($\bar{x}_{TG-LHM-Akk}=-0,10$, $SD_{TG-LHM-Akk}=0,11$, $\bar{x}_{KG-LHM-Akk}=0,01$, $SD_{KG-LHM-Akk}=0,10$, $p<.05$, $d=1,05$) und dem Lernen durch konkrete Erfahrung ($\bar{x}_{TG-LHM-KE}=-0,10$, $SD_{TG-LHM-KE}=0,10$, $\bar{x}_{KG-LHM-KE}=0,03$, $SD_{KG-LHM-KE}=0,11$, $p<.05$, $d=1,24$) ein Unterschied bei der Abnahme der Computerangst festzustellen ist. Für diese Bereiche ist die Nullhypothese abzulehnen, ansonsten ist die Alternativhypothese zu verwerfen.

In der Teilstudie KU sind im gesamten Datensatz keine Unterschiede zwischen den Untersuchungsgruppen festzustellen, die Alternativhypothese ist daher zu verwerfen. In der Feinanalyse kann jedoch eine höhere Abnahme der Computerangst bei der Treatmentgruppe der Assimilierer festgestellt werden ($\bar{x}_{TG-KU-Ass}=-0,10$, $SD_{TG-KU-Ass}=0,05$, $\bar{x}_{KG-KU-Ass}=0,06$, $SD_{KG-KU-Ass}=0,16$, $p<.05$, $d=1,35$), insoweit ist die Nullhypothese abzulehnen.

Die Überprüfung dieser Hypothese ließ in einigen Bereichen das Verwerfen der Nullhypothese zu. Es scheint, dass zumindest unter bestimmten Bedingungen der Einsatz adaptiver Lernumgebungen die Verminderung der Computerangst unterstützt. Eine tiefer gehende Analyse dieser Befunde wird im anschließenden Kapitel erfolgen.

(H14₁) Die Mittelwerte der Lernergebnisse der Lernstilgruppen der Lernenden in einer nicht-adaptiven Lernumgebung unterscheiden sich.

Zur Überprüfung dieser Hypothese wurden varianzanalytische Methoden zum Vergleich der Unterschiede bei den Ausprägungen der Lerneffekte bei den Mitgliedern der Kontrollgruppe durchgeführt. Diese Hypothese ist noch sehr allgemein definiert. Die jeweiligen Lernergebnisse, auf die sie sich bezieht, sind:

Fehler bei den Simulationen, Punkte beim Wissenstest, computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung (Nachbefragung), Entwicklung der computerbezogenen Selbstwirksamkeit, Entwicklung der Computerangst und Computerangst (Nachbefragung). Weiter müssen vor der Durchführung des Testverfahrens Bedingungen für Post-hoc-Tests definiert werden, das bedeutet, sollte die entsprechende Nullhypothese verworfen werden können, wird in Post-hoc-Analysen überprüft, welche Lernstile sich unterscheiden. Für die vorliegende Hypothese wird festgelegt, dass die Mittelwerte der vier Lernstile untereinander verglichen werden, um zu erkennen, welche Lernstile sich im Mittelwert der jeweiligen Variable unterscheiden. Die Wahl der entsprechenden statistischen Methode erfolgt wie in der Darstellung der Methoden beschrieben.

In der Gesamtstudie konnte mithilfe des Kruskall-Wallis-H-Tests festgestellt werden, dass bei der Computerangst Unterschiede zwischen den Lernstilen vorlagen. Mit den entsprechenden Post-hoc-Verfahren konnten allerdings keine Unterschiede zwischen zwei bestimmten Lernstilen identifiziert werden, die auf dem gewählten α -Niveau signifikant waren.

In der Teilstudie LHM konnten Unterschiede zwischen den Lernstilen bei den Fehlern in den Simulationen, bei der computerbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung und dem Ergebnis des Wissenstests mit einfaktoriellen Varianzanalysen nachgewiesen werden.

Bei der Variable „Fehler in den Simulationen“ konnte mithilfe des Tamhane-T2-Tests kein spezieller Unterschied zwischen zwei Lernstilen festgestellt werden, der auf dem gewählten α -Niveau signifikant war. Da bei den anderen Skalen die Hypothese der Varianzgleichheit mit dem Levene's Test nicht verworfen werden konnte, wurde die Post-hoc-Überprüfung mit dem Bonferroni-Test durchgeführt. Dabei ergaben sich Unterschiede zwischen Divergierern und Konvergierern und zwischen Divergierern und Akkommodierern bei der computerbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung. Bei den Ergebnissen im Wissenstest unterschieden sich Divergierer und Konvergierer.

Mit einem Kruskall-Wallis-H-Test konnte außerdem ein Unterschied zwischen den Lernstilen bei der Computerangst am Ende des Workshops festgestellt werden. Allerdings konnten keine auf dem $\alpha=.013$ -Niveau signifikanten Unterschiede zwischen einzelnen Gruppen mithilfe des Mann-Whitney-U-Testes identifiziert werden.

In der Teilstudie KU konnten zwar alle Unterhypothesen mit einer einfaktoriellen Varianzanalyse überprüft werden, es waren jedoch keine Unterschiede zwischen den Lernstilen zu erkennen.

Unter Einschränkungen kann diese Hypothese in der Gesamtstudie für die Computerangst und bei der Teilstudie LHM für die Fehler bei den Simulationen, die computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung, die Wissenstests und die Computerangst angenommen werden. Bei Studierenden muss diese Hypothese zu Gunsten der Nullhypothese verworfen werden.

(H15₁) Die Mittelwerte der Lernergebnisse der Lernstilgruppen der Lernenden in einer adaptiven Lernumgebung unterscheiden sich.

Diese Hypothese soll die Mittelwerte der einzelnen Lernstile bei den verschiedenen Variablen der Lernergebnisse vergleichen. Es werden analog zur vorherigen Hypothese einfaktorielle, multiple Mittelwertsvergleiche angestellt, je nach Skalenniveau der zu untersuchenden Variable wird eine einfaktorielle Varianzanalyse oder ein Kruskal-Wallis-H-Test mit den entsprechenden Methoden zur Post-hoc-Testung verwendet.

In der Gesamtstudie konnte die Variable der computerbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung mit der Varianzanalyse überprüft werden, die anderen Lernergebnisse wurden mit dem Kruskal-Wallis-H-Test überprüft. Bei keiner der Variablen wurde ein Unterschied zwischen den Lernstilen gefunden.

Bei der Teilstudie LHM konnten die meisten relevanten Variablen mit einer Varianzanalyse überprüft werden, lediglich die Computerangst wurde non-parametrisch getestet. Bei keiner Variable konnten Unterschiede zwischen den Gruppen festgestellt werden.

Ebenso konnten in der Teilstudie KU keinerlei Unterschiede zwischen den Lernstilen bei den Lernergebnissen gemessen werden. Die Hypothese wurde hier bei den Ergebnissen im Wissenstest, bei der computerbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung, der Entwicklung der Selbstwirksamkeit und der Computerangst mit Varianzanalysen überprüft, bei der Entwicklung der Computerangst und den Fehlern in den Simulationen musste non-parametrisch getestet werden.

Die Nullhypothese muss hier für alle Teilstudien und die Gesamtstudie beibehalten werden, da bei keiner Variable unterschiedliche Ausprägungen bei den Lernstilen festgestellt wurden.

Bei der Untersuchung der einzelnen Hypothesen zeigten sich vor allem bei den affektiven und metakognitiven Lernergebnissen positive Auswirkungen der adaptiven Lernumgebung. Die Auswirkungen scheinen bei den Angestellten der LHM deutlich größer zu sein als bei den Studenten, allerdings sind dort im affektiven Bereich Auswirkungen sichtbar. Die Effekte im Bereich der kognitiven und fertigkeitsorientierten Wirkungen scheinen deutlich mehr vom Vorhandensein

eines Skriptums abzuhängen als von der Adaptivität. Allerdings konnten keinerlei Unterschiede zwischen den Lernstilen bei den Learning-outcomes gemessen werden, wenn die Lernenden in der adaptiven Lernumgebung gelernt haben, in der herkömmlichen Lernumgebung wurden durchaus Unterschiede deutlich. Die Bedeutung dieser Ergebnisse wird im anschließenden Kapitel zu diskutieren sein.

12.3 Ergebnisse zur Fragestellung 3: Interaktion von Adaptivität und anderen Erfolgsbedingungen

Neben den Auswirkungen der adaptiven Gestaltung soll geklärt werden, inwiefern die unterschiedlichen Rahmenbedingungen Auswirkungen auf die Lernergebnisse haben. Daher werden in dieser Fragestellung zuerst die beiden Teilstudien verglichen und im Anschluss die beiden Faktoren Teilstudie und adaptive Gestaltung in einer zweifaktoriellen Varianzanalyse verglichen und bezüglich potentieller Interaktionseffekte untersucht.

(H16₁) Lernende, für die die Problemstellungen in der Lerneinheit authentisch sind, erreichen in einer adaptiven Lernumgebung höhere Werte bei den Lernergebnissen als Lernende, für die die Problemstellungen nicht authentisch sind.

Diese Hypothese überprüft Unterschiede der beiden Teilstudien auf den Skalen „Fehler in den Simulationen“, „Wissenstest“, „Computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung“ (Nachbefragung), „Entwicklung der computerbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung“, „Computerangst“ (Nachbefragung) und „Entwicklung der Computerangst“. Für jede dieser Skalen wurden die Treatmentgruppen der beiden Teilstudien verglichen. Hilfsweise wurde die Aufenthaltsdauer in der Lernumgebung verglichen, da diese Unterschiede bei den Fehlern in den Simulationen mit erklären könnten. Es handelt sich dabei um Vergleiche zweier unabhängiger Stichproben, die gemäß der oben beschriebenen Systematik durchgeführt wurden.

1. Fehler in den Simulationen: Bei dieser Skala existiert ein Unterschied zwischen den beiden Treatmentgruppen der Teilstudien. Die Teilnehmer der Teilstudie LHM weisen eine deutlich höhere Anzahl an Fehlern bei den Simulationen auf als die Teilnehmer der Teilstudie KU ($\bar{x}_{TG-LHM}=11,46$, $SD_{TG-LHM}=6,92$, $\bar{x}_{TG-KU}=4,55$, $SD_{TG-KU}=7,12$, $p<.05$, $d=0,98$). Die Nullhypothese ist zu Gunsten der Alternativhypothese abzulehnen.
2. Wissenstest: Innerhalb der Treatmentgruppe erreichten die Teilnehmer der Teilstudie LHM bessere Ergebnisse beim abschließenden Wissenstest als die Teilnehmer der Teilstudie KU ($\bar{x}_{TG-LHM}=0,81$, $SD_{TG-LHM}=0,13$, $\bar{x}_{TG-KU}=0,68$,

$SD_{TG-KU}=0,13$ $p<.05$, $d=0,80$). Die Alternativhypothese kann angenommen werden.

3. Computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung: Hier konnten zwischen den Treatmentgruppen der beiden Teilstudien keine Unterschiede festgestellt werden, die Nullhypothese ist beizubehalten.
4. Entwicklung der computerbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung: Die Zunahme bei der Selbstwirksamkeitserwartung während des Workshops unterscheidet sich zwischen den beiden Treatmentgruppen nicht. Hier muss die Alternativhypothese verworfen werden.
5. Computerangst: Die Treatmentgruppe der Teilstudie LHM wies nach dem Training eine geringere Computerangst auf als die entsprechende Gruppe bei der Teilstudie KU ($\bar{x}_{TG-LHM}=0,07$, $SD_{TG-LHM}=0,11$, $\bar{x}_{TG-KU}=0,21$, $SD_{TG-KU}=0,26$, $p<.05$, $d=0,70$), die Nullhypothese ist zu verwerfen.
6. Entwicklung der Computerangst: Bei dieser Skala ist ein Unterschied zwischen den beiden Untersuchungsgruppen feststellbar. Die Teilstudie LHM wies eine höhere Abnahme der Computerangst von Beginn des Trainings bis zum Ende auf als die Teilstudie KU ($\bar{x}_{TG-LHM}=-0,07$, $SD_{TG-LHM}=0,90$, $\bar{x}_{TG-KU}=-0,01$, $SD_{TG-KU}=0,14$, $p<.05$, $d=0,09$).
7. Realer Aufenthalt: Es besteht ein Unterschied im Aufenthalt in der Lernumgebung zwischen den beiden Gruppen ($\bar{x}_{TG-LHM}=139,41$, $SD_{TG-LHM}=46,19$, $\bar{x}_{TG-KU}=76,09$, $SD_{TG-KU}=53,35$, $p<.05$, $d=1,27$). Die Alternativhypothese kann angenommen werden.

(H17₁) Lernende, für die die Problemstellungen in der Lerneinheit authentisch sind, erreichen in einer nicht-adaptiven Lernumgebung höhere Werte bei den Lernergebnissen als Lernende, für die die Problemstellungen nicht authentisch sind.

Analog zur vorherigen Hypothese wird hier untersucht, inwiefern sich die Teilnehmer der Kontrollgruppen der beiden Teilstudien im Bezug auf die Lerneffekte unterscheiden. Das Vorgehen zur Überprüfung der Teilmittelwerte ist analog.

1. Fehler in den Simulationen: Bei dieser Skala existiert kein Unterschied zwischen den Kontrollgruppen der beiden Teilstudien. Die Alternativhypothese ist daher zu Gunsten der Nullhypothese zu verwerfen.
2. Wissenstest: Die Teilnehmer der Kontrollgruppe der Teilstudie LHM erreichten mehr Punkte beim abschließenden Wissenstest als die Kontrollgruppe der Teilstudie KU ($\bar{x}_{KG-LHM}=0,88$, $SD_{KG-LHM}=0,12$, $\bar{x}_{KG-KU}=0,72$, $SD_{KG-KU}=0,18$, $p<.05$,

- $d=1,05$). Die Nullhypothese ist zu Gunsten der Alternativhypothese zu verworfen.
3. Computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung: Die Kontrollgruppe der Teilstudie LHM wies am Ende des Workshops eine höhere computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung auf als die Kontrollgruppe der Teilstudie KU ($\bar{x}_{KG-LHM}=0,90$, $SD_{KG-LHM}=0,10$, $\bar{x}_{KG-KU}=0,81$, $SD_{KG-KU}=0,13$, $p<.05$, $d=0,78$). Hier ist daher die Nullhypothese abzulehnen.
 4. Entwicklung der computerbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung: Es sind keine Unterschiede bei der Zunahme der computerbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung feststellbar. Die Nullhypothese ist beizubehalten.
 5. Computerangst: Nach dem Thunderbirdworkshop-online wiesen die Teilnehmer der Kontrollgruppe der Teilstudie LHM eine deutlich geringere Computerangst auf als die Kontrollgruppe der Teilstudie KU ($\bar{x}_{KG-LHM}=0,12$, $SD_{KG-LHM}=0,21$, $\bar{x}_{KG-KU}=0,24$, $SD_{KG-KU}=0,25$, $p<.05$, $d=0,52$). Hier ist die Alternativhypothese zu bevorzugen.
 6. Entwicklung der Computerangst: Die Abnahme der Computerangst zwischen dem Beginn der Bearbeitung des Workshops und dem Ende unterscheidet sich zwischen den beiden Teilstudien nicht. Daher behält die Nullhypothese ihre Gültigkeit.
 7. Realer Aufenthalt: Es besteht ein Unterschied im Aufenthalt in der Lernumgebung zwischen den beiden Gruppen ($\bar{x}_{KG-LHM}=114,41$, $SD_{KG-LHM}=47,50$, $\bar{x}_{KG-KU}=76,78$, $SD_{KG-KU}=40,44$, $p<.05$, $d=0,85$). Die Alternativhypothese kann angenommen werden.

Bei der Kontrollgruppe zeigen sich in einigen Lernergebnissen Unterschiede zwischen den beiden Teilstudien. Bezogen auf die Skalen, bei denen Unterschiede bestehen, kann die Nullhypothese zu Gunsten der Alternativhypothese verworfen werden, ansonsten behält die Nullhypothese ihre Gültigkeit.

(H18₁) Lernende, für die die Problemstellungen in der Lerneinheit authentisch sind, zeigen in einer adaptiven Lernumgebung höhere Werte bei der Akzeptanz der Lernumgebung als Lernende, für die die Problemstellungen nicht authentisch sind.

Hier werden die Mittelwerte der Treatmentgruppen der beiden Teilstudien auf der Akzeptanzskala verglichen. Dabei wird das oben bereits dargestellte Verfahren zum Vergleich zweier unabhängiger Stichproben angewandt.

Die Akzeptanz der Lernumgebung ist bei der Treatmentgruppe der Teilstudie LHM, also den Teilnehmern der Teilstudie LHM, die eine adaptive Lernumgebung bearbeiten, höher als bei den Teilnehmern der Teilstudie KU, die die adaptive Lernumgebung bearbeiten ($\bar{x}_{TG-LHM}=0,84$, $SD_{TG-LHM}=0,14$, $\bar{x}_{TG-KU}=0,52$,

$SD_{TG-KU}=0,30$, $p<.05$, $d=1,37$). Es ist die Nullhypothese zu Gunsten der Alternativhypothese zu verwerfen.

(H19₁) Lernende, für die die Problemstellungen in der Lerneinheit authentisch sind, zeigen in einer nicht-adaptiven Lernumgebung höhere Werte bei der Akzeptanz der Lernumgebung als Lernende, für die die Problemstellungen nicht authentisch sind.

Ebenso wie bei der vorgehenden Hypothese werden hier die Unterschiede auf der Akzeptanzskala zwischen Teilnehmern der beiden Teilstudien untersucht, allerdings untersucht diese Hypothese die Teilnehmer, die eine Lernumgebung bearbeitet haben, die nicht adaptiv gestaltet war. Der Mittelwertsvergleich fand mithilfe eines Mann-Whitney-U-Tests statt, da die Annahme, die Akzeptanz sei normalverteilt, nicht gehalten werden konnte. Es konnte eine höhere Akzeptanz bei den Teilnehmern der Teilstudie LHM als bei den Teilnehmern der Teilstudie KU gemessen werden ($\bar{x}_{KG-LHM}=0,84$, $SD_{KG-LHM}=0,22$, $\bar{x}_{KG-KU}=0,63$, $SD_{KG-KU}=0,22$, $p<.05$, $d=1,21$). Hier ist also die Nullhypothese abzulehnen.

(H20₁) Ob Lernende in einer adaptiven Lernumgebung bessere Lernergebnisse erzielen als Lernende in einer nicht-adaptiven Lernumgebung kommt darauf an, ob die Lerninhalte für sie authentisch sind.

Diese Hypothese ist Teil eines 2x2-faktoriellen Untersuchungsdesigns und wird zur Durchführung der zweifaktoriellen Varianzanalyse in folgendes Hypothesenset überführt:

Haupteffekt 1 (HE1): Die Lernenden, die mit einer adaptiven Lernumgebung gelernt haben, unterscheiden sich bei der Ausprägung der Lernwirkungen von den Lernenden, die mit einer nicht-adaptiven Lernumgebung gelernt haben, unabhängig von ihrer Zugehörigkeit zu der jeweiligen Teilstudie.

Haupteffekt 2 (HE2): Die Ergebnisse der Teilstudie LHM und der Teilstudie KU unterscheiden sich bei der Ausprägung der Lernwirkungen unabhängig davon, ob die adaptive oder die nicht-adaptive Lernumgebung verwendet wurde.

Interaktionseffekt (IE): Es besteht ein nicht-additiver Interaktionseffekt bezüglich der Lernwirkungen zwischen dem Faktor Untersuchungsgruppe und dem Faktor Teilstudie.

1. Fehler in den Simulationen: Der Haupteffekt 1, also die Auswirkung der Lernumgebung, ist nicht signifikant. Der zweite Haupteffekt, der die Auswirkung der Teilstudie auf die Fehler in den Simulationen beschreibt, ist signifikant. Betrachtet man die Zellmittelwerte, wird deutlich, dass der zweite Haupteffekt

deutlich stärker ist als der erste. Da jedoch lediglich ein Haupteffekt signifikant ist, sind die Auswirkungen des zweiten zu vernachlässigen, sodass die Interaktion nicht weiter interpretiert werden darf.

Fehler in Simulationen	Quadrat- summen (QS)	Freiheits- grade (df)	mittl. Quadrat- summen (s ²)	F	p	Part. η ²
Zugeh. z. Teilstudie	386,53	1	386,53	7,64	p < .05	0,06
Zugeh. z. Unters.-Gr.	51,60	1	51,60	1,02	n.s.	0,08
Interaktion						
Teilstudie x Unters.-Gr.	383,60	1	383,60	7,58	p < .05	0,06
innerhalb	6476,98	128	50,60			
Total	13945,00	132				

Tab. 12.1: Zweifaktorielle Varianzanalyse mit den Faktoren „Zugehörigkeit zu Teilstudie“ und „Zugehörigkeit zu Untersuchungsgruppe“ zur Variable „Fehler in den Simulationen“.

- Wissenstest: Der Haupteffekt 1, also die Auswirkung der Lernumgebung auf die Ergebnisse im Wissenstest, ist nicht signifikant. Der zweite Haupteffekt dagegen, der die Auswirkung der Teilstudie beschreibt, ist signifikant. Die Zellmittelwerte verdeutlichen, dass der zweite Haupteffekt deutlich stärker ist als der erste. Die Hypothese zum zweiten Haupteffekt kann in Bezug auf die Ergebnisse im Wissenstest am Ende der Schulung angenommen werden, die Hypothese zum ersten Haupteffekt muss verworfen werden. Ebenso gilt das für die Hypothese zum Interaktionseffekt, da dieser nur interpretiert werden darf, wenn beide Haupteffekte signifikant sind.

Wissenstest	Quadrat- summen (QS)	Freiheits- grade (df)	mittl. Quadrat- summen (s^2)	F	p	Part. η^2
Zugeh. z. Teilstudie	0,68	1	0,68	26,12	p<.05	0,17
Zugeh. z. Unters.-Gr.	0,09	1	0,09	3,38	n.s.	0,03
Interaktion						
Teilstudie x Unters.-Gr.	0,01	1	0,01	0,30	n.s.	0,00
innerhalb	3,35	128	0,03			
Total	81,25	132				

Tab. 12.2: Zweifaktorielle Varianzanalyse mit den Faktoren „Zugehörigkeit zu Teilstudie“ und „Zugehörigkeit zu Untersuchungsgruppe“ zur Variable „Wissenstest“

3. Computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung: Der Haupteffekt 1, also die Auswirkung der Lernumgebung, ist nicht signifikant. Der zweite Haupteffekt, der die Auswirkung der Teilstudie beschreibt, ist signifikant. Die Zellmittelwerte legen einen größeren Effekt beim zweiten Haupteffekt nahe. Die Hypothese zum zweiten Haupteffekt kann in Bezug auf die computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung am Ende der Schulung angenommen werden, die Hypothese zum ersten Haupteffekt muss ebenso wie die Hypothese zum Interaktionseffekt verworfen werden.

Selbstwirksamkeitserw. (NB)	Quadrat- summen (QS)	Freiheits- grade (df)	mittl. Quadrat- summen (s^2)	F	p	Part. η^2
Zugeh. z. Teilstudie	0,16	1	0,16	8,06	p<.05	0,06
Zugeh. z. Unters.-Gr.	0,03	1	0,03	1,64	n.s.	0,01
Interaktion						
Teilstudie x Unters.-Gr.	0,01	1	0,01	0,39	n.s.	0,00
innerhalb	2,59	128	0,02			
Total	94,45	132				

Tab. 12.3: Zweifaktorielle Varianzanalyse mit den Faktoren „Zugehörigkeit zu Teilstudie“ und „Zugehörigkeit zu Untersuchungsgruppe“ zur Variable „computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung“ gemessen in der Nachbefragung

4. Entwicklung der Selbstwirksamkeitserwartung: Bei dieser Lernwirkung sind weder die beiden Haupteffekte noch der Interaktionseffekt signifikant.

Selbstwirksamkeitsentw.	Quadrat- summen (QS)	Freiheits- grade (df)	mittl. Quadrat- summen (s^2)	F	p	Part. η^2
Zugeh. z. Teilstudie	0,03	1	0,03	1,00	n.s.	0,01
Zugeh. z. Unters.-Gr.	0,06	1	0,06	2,37	n.s.	0,02
Interaktion						
Teilstudie x Unters.-Gr.	0,04	1	0,04	1,51	n.s.	0,01
innerhalb	3,28	128	0,03			
Total	11,37	132				

Tab. 12.4: Zweifaktorielle Varianzanalyse mit den Faktoren „Zugehörigkeit zu Teilstudie“ und „Zugehörigkeit zu Untersuchungsgruppe“ zur Variable „Entwicklung der computerbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung“

5. Computerangst: Der Haupteffekt 1, also die Auswirkung der Lernumgebung auf die Computerangst, ist nicht signifikant. Der zweite Haupteffekt, der die Auswirkung der Teilstudie beschreibt, ist signifikant. Auch hier legen die Zellmittelwerte eine deutlich stärkere Wirkung des zweiten Haupteffekts nahe. Die Hypothese zum zweiten Haupteffekt kann in Bezug auf die Computerangst

am Ende der Schulung angenommen werden, die Hypothese zum ersten Haupteffekt muss ebenso wie die Hypothese zum Interaktionseffekt verworfen werden.

Computerangst (NB)	Quadrat- summen (QS)	Freiheits- grade (df)	mittl. Quadrat- summen (s^2)	F	p	Part. η^2
Zugeh. z. Teilstudie	0,49	1	0,49	9,97	p < .05	0,07
Zugeh. z. Unters.-Gr.	0,05	1	0,05	0,99	n.s.	0,01
Interaktion						
Teilstudie x Unters.-Gr.	0,02	1	0,02	0,03	n.s.	0,00
innerhalb	6,31	128	0,05			
Total	10,60	132				

Tab. 12.5: Zweifaktorielle Varianzanalyse mit den Faktoren „Zugehörigkeit zu Teilstudie“ und „Zugehörigkeit zu Untersuchungsgruppe“ zur Variable „Computerangst“, in der Nachbefragung gemessen

6. Entwicklung der Computerangst: Der Haupteffekt 1, also die Auswirkung der Lernumgebung, ist signifikant. Der zweite Haupteffekt, der die Auswirkung der Teilstudie beschreibt, ist nicht signifikant. Betrachtet man die Zellmittelwerte, wird deutlich, dass der erste Haupteffekt deutlich stärker ist als der zweite. Es liegt eine disordinale Interaktion vor, die allerdings aufgrund der fehlenden Signifikanz des zweiten Haupteffekts zu vernachlässigen ist. Die Hypothese zum ersten Haupteffekt und zum Interaktionseffekt kann in Bezug auf die Entwicklung der Computerangst während der Schulung verworfen werden, die Hypothese zum zweiten Haupteffekt muss angenommen werden.

Computerangstentw.	Quadrat- summen (QS)	Freiheits- grade (df)	mittl. Quadrat- summen (s^2)	F	p	Part. η^2
Zugeh. z. Teilstudie	0,03	1	0,03	2,37	n.s.	0,02
Zugeh. z. Unters.-Gr.	0,06	1	0,06	4,01	p < .05	0,03
Interaktion						
Teilstudie x Unters.-Gr.	0,04	1	0,04	3,02	n.s.	0,02
innerhalb	1,77	128	0,01			
Total	1,93	132				

Tab. 12.6: Zweifaktorielle Varianzanalyse mit den Faktoren „Zugehörigkeit zu Teilstudie“ und „Zugehörigkeit zu Untersuchungsgruppe“ zur Variable „Entwicklung der Computerangst“.

Es wird deutlich, dass die Einhaltung allgemeiner Anforderungen, wie der Authentizität der Problemstellungen, Freiwilligkeit der Bearbeitung etc. einen deutlich größeren Einfluss auf das Lernergebnis hat als die Adaptivität bezüglich des Lernstils. Allerdings mussten in der Berechnung methodische Einschränkungen getroffen werden, die die Qualität dieser Ergebnisse einschränken.

12.4 Ergebnisse zur Fragestellung 4: Erhöhung der Akzeptanz der Lernumgebung

Inwiefern sich die Lernenden bei der Akzeptanz der Lernumgebung unterscheiden, wurde über eine eigene Skala zur Messung der Einstellungsakzeptanz und über den Vergleich zwischen subjektiver und objektiver Lernzeit gemessen.

(H21₁) Lernende, die in einer adaptiven Lernumgebung lernen, weisen einen höheren Wert auf der Akzeptanzskala auf als Lernende in einer nicht-adaptiven Lernumgebung.

Zur Überprüfung dieser Hypothese wurden sowohl für die Gesamtstudie als auch die beiden Teilstudien die Mittelwerte auf der Akzeptanzskala verglichen. Weder in der Gesamtstudie noch in einer der Teilstudien konnte ein Unterschied bei der Akzeptanz zwischen der Treatmentgruppe und der Kontrollgruppe festgestellt werden. Daher ist die Alternativhypothese zu Gunsten der Nullhypothese zu verwerfen.

(H22₁) Lernende, die in einer adaptiven Lernumgebung lernen, weisen eine größere Differenz zwischen objektiver und subjektiver Nutzungsdauer der Lernumgebung auf als Lernende in einer nicht-adaptiven Lernumgebung.

Um einen Unterschied zwischen tatsächlichem Verhalten und der wahrgenommenen Dauer der Nutzung festzustellen, wurde zunächst die Differenz zwischen dem subjektiven Zeitaufwand, der in der Nachbefragung abgefragt wurde, und dem objektiven Zeitaufwand, der aus den Logdateien ermittelt wurde, für jeden Teilnehmer gebildet. Im Anschluss wurden die Mittelwerte der Treatmentgruppe und der Kontrollgruppe mit den Verfahren für unabhängige Stichproben verglichen. Weder in der Gesamtstudie noch in einer der Teilstudien konnte ein Unterschied zwischen den Gruppen ermittelt werden. Die Alternativhypothese ist hier zu Gunsten der Nullhypothese abzulehnen.

Die beiden Unterhypothesen zur Akzeptanz müssen sowohl für die Gesamtstudie als auch für die beiden Teilstudien verworfen werden. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Nutzung der adaptiven Lernumgebung auf die Akzeptanz keine Auswirkungen hat.

Die Ergebnisse der durchgeföhrten Studie sind sehr umfangreich und in einigen Punkten heterogen. Die Bedeutung dieser Ergebnisse gilt es im folgenden Kapitel herauszuarbeiten. Dort muss außerdem eine Einordnung der Gültigkeit der Ergebnisse erfolgen.

13 Diskussion der Ergebnisse

Die vorliegende Studie sollte klären, inwieweit adaptive Lernumgebungen die Lernergebnisse bei der Vermittlung computerbezogener Fertigkeiten und Kenntnisse verbessern und die Akzeptanz der verwendeten Lernumgebung steigern. Dazu wurde innerhalb der LiMux-Lernwelt der Landeshauptstadt München der Thunderbirdworkshop-online entwickelt. Anhand dieses Workshops wurden die Fragestellungen, die aus dem aktuellen Stand der Forschung abgeleitet wurden, überprüft. Aus den Ergebnissen lassen sich folgende Thesen herleiten:

1. Adaptive Lernumgebungen auf Basis von Lernstilen sind umsetzbar.
2. Lernstilorientierte Adaptivität wirkt hauptsächlich auf die affektiven Lernergebnisse.
3. Lernstilorientierte Adaptivität wirkt erst, wenn allgemeine Lernvoraussetzungen erfüllt sind.
4. Lernstilorientierte Adaptivität wirkt sich nicht auf die Akzeptanz aus.

Diese Thesen werden im Folgenden auf Basis der Ergebnisse der Untersuchung belegt. Darauf aufbauend werden pädagogische Konsequenzen gezogen und Empfehlungen und Desiderate für zukünftige Forschungen formuliert.

13.1 Adaptive Lernumgebungen auf Basis von Lernstilen sind umsetzbar

Aus den Erkenntnissen der vorliegenden Arbeit lässt sich die These ableiten, dass es mit vertretbarem Aufwand möglich ist, adaptive Lernumgebungen auf der Grundlage des erfahrungsorientierten Lernens zu entwickeln.

Die prinzipielle Möglichkeit der Erstellung einer adaptiven Lernumgebung, die sowohl in der allgemeinen Didaktik an der Theorie des erfahrungsorientierten Lernens nach Kolb (1984) orientiert ist als auch bei der Modellierung des Lerners wurde durch die faktische Umsetzung verdeutlicht. Inwieweit diese Lernumgebung jedoch allgemeinen Qualitätsanforderungen für virtuelle Lernumgebungen genügt, wurde über die Befragung der beiden Untersuchungsgruppen am Ende der Bearbeitung überprüft.

Bei der Einschätzung der Qualität der Lernumgebung konnten weitgehend keine Unterschiede in der Beurteilung der adaptiven und der nicht-adaptiven Lernumgebung festgestellt werden. Bei der Teilstudie LHM waren die Ergebnisse der Qualitätseinschätzung meist auf einem hohen Niveau, abgebildet auf einer Skala von 0 bis 1 (wobei 1 eine sehr hohe Qualität ausdrückt) jenseits von 0,70. Lediglich die Gruppe der Divergierer zeigte ein schlechteres Ergebnis, dies jedoch

sowohl bei der Treatmentgruppe (0,61) als auch bei der Kontrollgruppe (0,53). Betrachtet man die Charakterisierung dieses Lernstils nach Kolb (1984, S. 77f.) und die Ergebnisse von Motter-Hodgson (1988) und Bremer (2000), kann die ausgeprägte Orientierung dieses Lernstils am Lernen in sozialen Situationen die Unzufriedenheit mit diesem ausschließlich individuell zu bearbeitenden Workshop erklären.

Bei der Teilstudie KU war eine signifikant geringere Qualitätseinschätzung bei der Treatmentgruppe als bei der Kontrollgruppe bei den Konvergierern zu beobachten. Die adaptive Lernumgebung bot diesem Lernstil ein Skriptum und eine intensivere Erläuterung der Inhalte sowie vertiefte Simulationen. Eine mögliche Erklärung für diesen Unterschied ist in den Rahmenbedingungen der Teilstudie zu suchen: Die Teilnehmer absolvierten die Studie im Rahmen einer Pflichtveranstaltung während der vorlesungsfreien Zeit. Die Annahme, dass die Teilnehmer ein großes Interesse an der schnellen Beendigung des Workshops hatten und die schlechte Bewertung daraus resultiert, wäre eine mögliche Erklärung.

Insgesamt wiesen beide Lernumgebungen mittlere bis hohe Werte auf der Individualisierungsskala auf, wobei hier die Teilstudie LHM die Individualisierung deutlich höher bewertete als die Teilstudie KU. Auch hier gab es kaum Unterschiede zwischen den Untersuchungsgruppen, lediglich bei der Teilstudie LHM nahmen die Angehörigen der Treatmentgruppe der Assimilierer eine deutlich höhere Individualisierung bei der adaptiven Lernumgebung wahr.

Bei der Beurteilung der Schwierigkeit der Lernumgebung haben alle Teilnehmer übereinstimmend eine sehr geringe Schwierigkeit der Bearbeitung festgestellt, diesbezüglich konnten auch in den Teilstudien und bei der Feinanalyse nach Lernstilen keinerlei Unterschiede zwischen den verschiedenen Gruppen festgestellt werden.

Zusammenfassend kann man attestieren, dass es insgesamt möglich war, mit dem Thunderbirdworkshop-online eine Lernumgebung zu entwickeln, die größtenteils eine vergleichbare Qualität wie ein herkömmliches Lernangebot aufweist. Kleine Abweichungen in der Qualitätsanalyse zeigen, dass die Anforderungen bestimmter Lernstile in adaptiven Lernumgebungen noch besser berücksichtigt werden müssten, um bei diesen eine entsprechend hohe Qualitätseinschätzung zu erzielen.

13.2 Lernstilorientierte Adaptivität wirkt hauptsächlich auf die affektiven Lernergebnisse

Die Daten zu den Lernergebnissen erlauben folgende Thesen: Adaptive Lernumgebungen auf der Grundlage von Lernstilen wirken vor allem im affektiven und mit Einschränkungen im metakognitiven Bereich. Außerdem ist es mit adaptiven Lernumgebungen möglich, die interindividuellen Unterschiede der Lernenden zu nivellieren.

Zur Überprüfung der Auswirkungen auf die Lernergebnisse wurden in einem ersten Schritt die Unterschiede der beiden Untersuchungsgruppen bei der Beantwortung der Skalen zu den fertigkeitsbasierten Lerneffekten, dem Wissenserwerb, affektiven und metakognitiven Auswirkungen der Lernumgebung überprüft. Bei der Entwicklung der Fertigkeiten und des Wissenszuwachses zeigten sich in der Teilstudie LHM auf den ersten Blick schlechtere Werte bei der Treatmentgruppe als bei der Kontrollgruppe. Bei einer vertieften Analyse konnte jedoch die These, dass die unterschiedlichen Ergebnisse auf das Vorliegen eines Skriptums zurückzuführen sind, zumindest durch signifikante Unterschiede zwischen allen Untersuchungsteilnehmern, die mit Skript lernten und denen, die ohne Skript lernten, erhärtet werden. In diesem Fall muss die entwickelte adaptive Lernumgebung klar kritisiert werden, da durch die Optimierung auf einen Lernstil hin in der Konzeptionierungsphase (vgl. Kapitel 10.3.5) die Entscheidung getroffen wurde, den Lernenden der Lernstile, die konkrete Erfahrungen bevorzugen, kein Skriptum zur Verfügung zu stellen. In der Konzeptionierung der Lernumgebung wurde davon ausgegangen, dass durch die Erläuterung der Lerninhalte durch die Animation eine ausreichende Inhaltsvermittlung stattfinden würde. Ein wichtiger Punkt von Schulmeisters (2006) Kritik an adaptiven Lernsystemen besagt, dass gut entwickelte Lernmaterialien multimedial gestaltet sein sollten. Die vorliegende Lernumgebung hat bei einigen Probanden die Präsentationsform Text beziehungsweise Skriptum wohl zu sehr reduziert. Da auch die Lernstile, bei denen bei beiden Untersuchungsgruppen Skripte vorlagen, keine signifikanten Unterschiede vorlagen, kann die vorliegende Studie Ergebnisse von Staemmler (2006), Kraus, Reed & Fitzgerald (2001), Miller (2005) und Terrell & Dringus (2000) unterstützen, wonach die Passung zwischen Lernstil und Präsentation der Inhalte die kognitiven und fertigkeitsbezogenen Lernergebnisse nicht signifikant beeinflusst.

In Bezug auf die Auswirkungen der adaptiven Lernumgebung auf die metakognitiven Lernergebnisse wurde als taugliches Kriterium die Auswirkung auf die computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung benannt (vgl. Kapitel 6.3). Insgesamt konnte bei allen Untersuchungsgruppen eine deutliche Zunahme der

computerbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung während der Bearbeitung des Thunderbirdworkshops festgestellt werden. Die Stärke der Zunahme zwischen den beiden Testzeitpunkten unterschied sich lediglich in der Teilstudie LHM bei den Konvergierern. Bei der Teilstudie KU und in der Gesamtstudie wurde dieser Effekt nicht sichtbar. Dies kann zum einen auf den starken Effekt der Teilstudien, dem bei der dritten Fragestellung nachgegangen wurde, erklärt werden. Innerhalb der Teilstudie LHM zeigt es, dass lernstilorientierte Adaptivität im metakognitiven Bereich Wirkungen entfaltet, allerdings nicht bei allen Lernstilen gleich stark.

Der deutlichste Unterschied zwischen den Untersuchungsgruppen zeigte sich bei der Computerangst. Sowohl bei der Treatmentgruppe der Gesamtstudie als auch bei der Teilstudie LHM war die Abnahme der Computerangst signifikant höher als bei der Kontrollgruppe. Die Erkenntnisse zu diesen beiden Lernergebnissen stützen Resultate von Ayersman & von Minden (1995) und Schäfer (2004). Sie sahen die Auswirkungen der Adaptivität weniger in direkten Lernerfolgen, sondern eher in der Wahrnehmung des Lernprozesses. Während sie diese Effekte eher im subjektiven Lernaufwand sahen, konnte die vorliegende Studie Hinweise finden, dass durch adaptive Gestaltung von Lernumgebungen im metakognitiven und ganz besonders im affektiven Bereich der Lernergebnisse Verbesserungen erreicht werden können.

Ein weiteres wichtiges Ergebnis sind die Erkenntnisse aus den varianzanalytischen Verfahren. So konnte gezeigt werden, dass bei einer nicht-adaptiven Lernumgebung die Unterschiede zwischen den Lernstilen bei den unterschiedlichen Lernergebnissen signifikant sind. In der Gesamtstudie konnte bei der Kontrollgruppe ein signikanter Unterschied bei der Computerangst beobachtet werden, bei der Teilstudie LHM unterschieden sich die Lernstilgruppen bei den fertigkeitsbezogenen Lernergebnissen, dem Wissenstest und bei der computerbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung. Im Vergleich dazu konnte weder in der Gesamtstudie noch in einer der Teilstudien in der Treatmentgruppe ein signikanter Unterschied bei den Lernergebnissen zwischen den Lernstilgruppen gefunden werden.

Es wurde deutlich, dass bei Lernenden, die freiwillig und mit Problemstellungen aus ihrem Arbeitsumfeld lernen, die Unterschiede zwischen den Lernstilen bei den Lernergebnissen durch adaptive Gestaltung ausgeräumt werden können.

13.3 Lernstilorientierte Adaptivität wirkt, wenn allgemeine Lernvoraussetzungen erfüllt sind

Die Vergleiche der Teilstudien machten deutlich, dass andere Faktoren als die Adaptivität weitaus stärkere Auswirkungen auf die Lernergebnisse haben. Daher kann die These aufgestellt werden, dass lernstilorientierte Adaptivität fehlende Freiwilligkeit und fehlenden Bezug der Lernenden zu den Problemstellungen nicht kompensieren kann, sondern auch ihre Wirkungen erst sichtbar werden, wenn diese Faktoren erfüllt sind.

In der Studie wurden, um in einem ersten Schritt die Effekte der Adaptivität zu kontrollieren, zunächst die beiden Treatmentgruppen und die beiden Kontrollgruppen verglichen. Deutlich wurde, dass die Lernenden der Stadtverwaltung, für die die Lernumgebung entwickelt wurde, beim abschließenden Wissenstest besser abschnitten als die Studierenden. Das ist insbesondere überraschend, da die Teilnehmer der Teilstudie KU deutlich jünger waren als die Teilnehmer der Teilstudie LHM und als Studierende an Lernsituationen eher gewöhnt sind als die Mitarbeiter der Stadtverwaltung. Ausgehend von diesen Voraussetzungen war zu erwarten, dass die Studierenden bei den fertigkeitsorientierten und wissensbezogenen Lernergebnissen höhere Werte erzielen als die Verwaltungsmitarbeiter. Umso überraschender war, dass in beiden Untersuchungsgruppen die Verwaltungsmitarbeiter signifikant bessere Ergebnisse beim abschließenden Wissenstest erzielten als die Studenten. Ein Erklärungsansatz könnte in den unterschiedlichen Lerngewohnheiten von Verwaltungsmitarbeitern und Studierenden gefunden werden. Während Studierende zur kritischen Auseinandersetzung mit Inhalten und Theorien angeregt werden, sind Arbeitnehmer eher daran gewöhnt, Anweisungen umzusetzen und effizienzorientiert zu lernen. Mit Pask und Scott (1972) könnte demnach den Verwaltungsmitarbeitern serialistisches Lernen attestiert werden und den Studierenden holistisches. Dieser Ansatz würde nahelegen, dass die verwendete Lernumgebung eher serialistisches Lernen unterstützt. Ebenfalls in beiden Untersuchungsgruppen wiesen die Probanden der Teilstudie LHM geringere Computerangst auf als die Studenten. In der Kontrollgruppe konnte außerdem eine signifikant geringere computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung bei den Teilnehmern der Teilstudie KU festgestellt werden als bei den Teilnehmern der LHM. Bei der Treatmentgruppe konnten keine signifikanten Unterschiede bei der computerbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung festgestellt werden, allerdings wiesen die Teilnehmer der LHM bei den Fehlern in den Simulationen und der Abnahme der Computerangst deutlich höhere Werte auf.

Bei beiden Untersuchungsgruppen wird der starke Effekt der Zugehörigkeit zu einer Teilstudie bei wissensbezogenen und affektiven Lernergebnissen deutlich. Da

auch bei der Treatmentgruppe ein Unterschied zwischen den beiden Studien besteht, der allerdings nicht signifikant ist, deutet diese Tendenz doch darauf hin, dass adaptive Gestaltung die Wirkung der anderen Erfolgsfaktoren in diesem Bereich höchstens abschwächen kann. Inwieweit diese größere Anzahl der Fehler der Teilnehmer der Teilstudie LHM auf ein geringeres Maß an Fertigkeiten im Umgang mit Thunderbird zurückzuführen ist und nicht auf eine verstärkte Nutzung der Simulationen, ist schwer zu überprüfen. Allerdings wurde deutlich, dass beide Gruppen der Teilstudie LHM deutlich mehr Zeit in der Lernumgebung verbracht haben, als die Teilnehmer der Teilstudie KU. Insofern kann der Rückschluss gezogen werden, dass die Verwaltungsmitarbeiter auch längere Zeit mit den Übungen verbracht haben, was die Wahrscheinlichkeit für Fehler entsprechend erhöht. Da die Teilnehmer der Teilstudie LHM gleichzeitig deutlich bessere Ergebnisse beim Wissenstest aufwiesen, ist die Interpretation der verstärkten Übung dieser Gruppe konsistent.

Die Übereinstimmung von Lernzielen und Lernkontexten mit den individuellen Lernzielen und der Lebenssituation der Lernenden wird nach Henninger et al. (1999) auch als Authentizität beschrieben. Integriert man die Erfolgsfaktoren, nach denen sich die beiden Teilstudien unterschieden, in dieses Konzept, kann festgehalten werden, dass die Authentizität unabhängig von der Adaptivität einen starken Einfluss auf das Lernergebnis hat. Damit werden Ergebnisse der Metastudie von Dochy, Segers, van den Bossche und Gijbels (2003) gestützt, wonach Lernende in Lernumgebungen, die sie für authentisch halten, bessere Lernergebnisse erzielen. Dabei bleiben weitere Unterschiede der Untersuchungsgruppen, wie das Alter, die soziale Schicht, individuelle Lebensbedingungen und Teilnahme motivation allerdings unberücksichtigt. Die Schwierigkeit, die Auswirkungen authentischer Gestaltungselemente von anderen Wirkungsfaktoren zu unterscheiden, zeigt sich in uneindeutigen Ergebnissen von Soppe et al. (2005), die in einer Studie zu authentischen Lernumgebungen keine Auswirkungen der Authentizität feststellen konnten ebenso wie bei den Ergebnissen von Henninger et al. (1999), die zunächst sogar eine Verschlechterung der Lernleistung bei gegebener Authentizität feststellten.

Um die beiden Effekte Adaptivität und Teilstudienzugehörigkeit voneinander abzugrenzen, wurde in multifaktoriellen Verfahren überprüft, ob zwischen den beiden Effekten Interaktionseffekte bestehen. Bei keiner der Variablen konnte bei beiden Haupteffekten ein signifikanter Unterschied festgestellt werden, sodass die Bestimmung eines Interaktionseffekts nicht sinnvoll war.

Trotzdem wird aus den Differenzen der jeweiligen Mittelwerte deutlich, dass die Auswirkung der Teilstudienzugehörigkeit höher war als die der Adaptivität.

13.4 Lernstilorientierte Adaptivität wirkt sich nicht auf die Akzeptanz aus

Die Ergebnisse dieser Studie ermöglichen die These, dass die lernstilorientierte Adaptivität keine Auswirkungen auf die Akzeptanz einer Lernumgebung hat. Zur Überprüfung der Auswirkungen der Adaptivität der Lernumgebung auf die Akzeptanz derselben wurden zum einen die Treatment- und die Kontrollgruppe anhand ihrer Antwortgabe auf der Skala Akzeptanz verglichen. Hier konnte keinerlei Unterschied zwischen Treatment- und Kontrollgruppen festgestellt werden.

Als zweiter Indikator für die Akzeptanz der Lernumgebung wurde basierend auf Ergebnissen von Schmeißer und Sauer (2005) der subjektive Zeitaufwand für den Workshop verglichen. Da der Workshop selbst, bedingt durch die Adaptivität, unterschiedlich lang war, wurde die subjektive Lerndauer von der in der Lernumgebung gemessenen, objektiven Lerndauer subtrahiert. Hier konnten keinerlei Unterschiede zwischen den Untersuchungsgruppen festgestellt werden. Die Annahme, dass eine adaptive Gestaltung die Akzeptanz der Lernumgebung fördert und dies unter anderem im subjektiven Lernaufwand sichtbar wird (Schäfer 2004, Ayersman & von Minden 1995) kann durch die deutlichen Ergebnisse dieser Studie nicht gestützt werden. Im Gegenteil kann keinerlei Effekt der adaptiven Gestaltung auf die Akzeptanz gemessen werden. Allerdings zeigten sich innerhalb der Untersuchungsgruppen signifikante Unterschiede zwischen den beiden Teilstudien. Betrachtet man die Rahmenbedingungen der beiden Teilstudien, ist dieses Ergebnis verständlich. Die Verwaltungsmitarbeiter haben sich freiwillig für die Teilnahme entschieden, bei den Studierenden war die Freiwilligkeit durch die Integration der Studie in ein Pflichtangebot zumindest eingeschränkt. Die Freiwilligkeit der Nutzung beeinflusst nach Venkatesh und Davis (2000) die Einstellungsakzeptanz direkt, sodass die Ergebnisse der Studie mit dieser Theorie hinreichend erklärt werden können. Auch der in ihrem Modell dargestellte starke Einfluss der Relevanz der Inhalte für die eigene Tätigkeit wird in der Studie sichtbar. Während die Verwaltungsmitarbeiter Inhalte erlernen, die nachweislich für ihren Arbeitsalltag relevant sind, war dies bei den Studierenden nicht sichergestellt.

13.5 Limitierungen der Ergebnisse

Wie viele Studien zu adaptiven Lernumgebungen (siehe Überblick in Nistor et al. 2008) konnten auch in der Vorliegenden keine klaren Erkenntnisse zu den Auswirkungen der Adaptivität von Lernumgebungen getroffen werden. Zwar konnte die Studie ein Verfahren aufzeigen, um relativ effizient eine adaptive Lern-

umgebung zu erstellen, da die Klassifikation der Lernenden in die unterschiedlichen Lernstile jedoch auf einem Instrument beruht, dessen Reliabilität in einigen Bereichen suboptimal ist, bestand bereits dort eine erste Fehlerquelle. Aufgrund der geringen Stichprobengröße, besonders in der Teilstudie LHM, sind die dort gewonnenen Erkenntnisse schwerlich verallgemeinerbar.

Zukünftige Studien sollten also an einem möglichst reliablen und validen Instrument zur Lernstilbestimmung arbeiten. Möglicherweise kann das in dieser Studie verwendete Inventar bereits in Kürze verbessert werden, da es im Rahmen einer anderen Dissertation grundlegend überarbeitet wird.

Eine weitere Einschränkung der Ergebnisse ist bezüglich der Authentizität als zentrales Unterscheidungskriterium der beiden Teilstudien zu treffen. Zwar lassen sich die allgemeinen Anforderungen an Lernumgebungen, die sowohl von Kolb (Kolb & Kolb 2005b) als auch von Henninger et al. (1999) getroffen werden, diese Unterscheidung durchaus zu, allerdings wird damit der Blick auf andere Faktoren verdeckt. Die Aussagen aus der dritten Fragestellung sind also entsprechend kritisch zu werten. In der Studie wurden außerdem nur zwei Testzeitpunkte erhoben. Gerade bei Untersuchungen zu Lernerfolgen ist ein Messzeitpunkt deutlich nach der Lernphase wünschenswert (Bortz & Döring 2006, S. 568f.). Dies wurde in der vorliegenden Studie nicht realisiert, sodass die Nachhaltigkeit der Lernerfolge nicht überprüfbar ist.

Ein weiterer Aspekt, der die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit einschränkt, ist die Ausrichtung der verwendeten Lernumgebung auf individuelles Lernen. Die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf soziale Lernarrangements, sowohl bezüglich der Entwicklung einer adaptiven Lernumgebung als auch bezüglich der Wirkungen, muss als gering angesehen werden, da unter den Lernenden faktisch keine Interaktion stattfand.

Durch die bewusste Spezialisierung der Themenstellung auf Softwareschulungen ist eine Verlängerung der Ergebnisse aus diesem Themenbereich hinaus auch nur mit großer Vorsicht zu unternehmen.

13.6 Pädagogische Konsequenzen

Die dargestellten Ergebnisse stützen bezüglich der geringen Wirkung adaptiver Lernumgebungen im kognitiven und fertigkeitsbezogenen Bereich bisherige Studien. Relativ unerwartet sind die Erkenntnisse bezüglich der nivellierenden Wirkung adaptiver Lernumgebungen auf die Unterschiede bei den Lernergebnissen zwischen den Lernstilen und die Hinweise auf die positiven Auswirkungen

der Adaptivität im metakognitiven und affektiven Bereich. Die Entwicklung einer relativ effizienten Methode zur Umsetzung einer adaptiven Lernumgebung, deren Adoptionskriterium und didaktische Basis kompatibel sind, ist ebenfalls ein positives Ergebnis dieser Arbeit. Erste Hinweise auf die Nachrangigkeit der lernstilorientierten Adaptivität gegenüber anderen Erfolgsfaktoren computerunterstützter Lernumgebungen runden das Bild der Erkenntnisse der vorliegenden Arbeit ab. Die Konsequenzen, die sich aus diesen Erkenntnissen ergeben, werden im Folgenden kurz dargestellt.

Die Kritik von Schulmeister (2004, 2006) an theoretisch unbegründeten adaptiven Lernumgebungen kann für den Thunderbirdworkshop-online teilweise zurückgewiesen werden. Das in dieser Arbeit dargestellte Verfahren bietet ein effizientes Vorgehen zur Gestaltung adaptiver Lernumgebungen, das sich nicht negativ auf die Qualität der Lernumgebung auswirkt. Zwar liegen keine belastbaren Daten zum Aufwand der Erstellung der adaptiven Lernumgebung vor, unsystematische Schätzungen belaufen sich aber auf einen Faktor von 1,5 bis 2 für den Mehraufwand. Ein Bezug zwischen Adoptionskriterium und didaktischer Gestaltung wird ebenfalls deutlich. Andere Facetten seiner Kritik haben sich jedoch durchaus bewahrheitet. So konnten Hinweise gefunden werden, dass andere Faktoren, wie die multimodale Gestaltung der Lerneinheiten, die motivationalen Voraussetzungen der Lernenden oder deren Erwartungen an Lernziele und Lernkontext deutlich stärkere Auswirkungen zeigen als die Adaptivität nach dem Lernstil. Diese Befunde stützen die Erkenntnisse von Lindemann-Matthies et al. (2006), die Lernstile als eher unbedeutende Aspekte für computerunterstützte Lernumgebungen beschreiben. Sind die allgemeinen Voraussetzungen jedoch erfüllt, kann eine adaptive Lernumgebung die metakognitiven und die affektiven Lernergebnisse zumindest bei einigen Lernstilen deutlich verbessern. Diese Erkenntnisse spiegeln ähnliche Ergebnisse von Ayersman & von Minden (1995) und Schäfer (2004) wieder.

Für die Erstellung adaptiver Lernumgebungen bedeutet dies, dass der Aufwand der Erstellung einer adaptiven Lernumgebung nicht zwangsläufig viermal so hoch ist wie bei der Erstellung einer herkömmlichen. Lernstilorientierte Adaptivität kann eine ausführliche didaktische Planung der Lernumgebung nicht ersetzen, durch eine sensible lernstilabhängige Steuerung der Intensität der einzelnen Elemente kann aber im Bereich der affektiven und metakognitiven Lernergebnisse eine Verbesserung erzielt werden. Eine solche Anwendung erscheint gerade im Kontext der Computer- und Softwareschulung sinnvoll, da die vorliegende Studie gezeigt hat, dass sowohl im professionellen Umfeld als auch bei den zukünftigen Arbeitnehmern, den Studierenden, noch Ängste im Umgang mit Computern bestehen.

Die Beseitigung der Unterschiede zwischen den Lernstilen durch die adaptive Lernumgebung ist ein weiteres Potenzial, das gerade in der betrieblichen Softwareschulung von Bedeutung ist. Durch adaptive Lernumgebungen kann so sichergestellt werden, dass alle Teilnehmer am Ende einer Lernphase vergleichbare Werte bei den Lernergebnissen haben. Die Zielgruppe weist dann ein homogenes Bild auf, das bei zukünftigen Schulungen leichter anzusprechen ist. Insofern ist die von Schulmeister (2006) bezweifelte Unterstützung bei der Reduktion der Diversität durchaus gegeben.

Ein konkretes Szenario, in dem eine adaptive Lernumgebung diese Vorteile entfalten könnte, bestünde zum Beispiel in der Vorbereitung von Schulungen zum fortgeschrittenen Umgang mit Softwareprodukten im Unternehmenskontext. Dort ist die Zielgruppe bezüglich der unterschiedlichsten Merkmale heterogen. Durch den Einsatz einer adaptiven Lernumgebung zur Vorbereitung der Teilnehmer auf die eigentliche Schulung können die Unterschiede sowohl im kognitiven wie auch im affektiven und metakognitiven Bereich abgebaut werden. Dadurch wird es möglich, in der Schulung auf einer breiten gemeinsamen Basis zu arbeiten. Gerade im Bereich der Softwareschulung im Unternehmenskontext können so mit einem relativ geringen Mehraufwand deutlich bessere Ergebnisse erzielt werden.

Große Einschränkungen erfuhr die vorliegende Studie vor allem bezüglich der Theorie des erfahrungsorientierten Lernens. Das eingesetzte Lernstilinstrument konnte lediglich ungefähre Aussagen zur Ausprägung eines Lernstils liefern. Dieser Befund stellt zunächst die Qualität des Inventars in Frage. Da bei der empirischen Überprüfung der von Kolb postulierten Struktur in mehreren Studien Schwierigkeiten auftraten und faktorenanalytische Methoden mit den unterschiedlichen Inventaren (z. B.: Cornwell et al. 1991, Loo 1997, Staemmler 2006) den vierstufigen Lernkreislauf nur ansatzweise abbilden konnten, kann auch die Theorie des erfahrungsorientierten Lernens angezweifelt werden. Zwar existieren auch viele Studien, die die Struktur bestätigen (z. B. Willcoxon & Prosser 1996, Demirbas & Demirkan 2003), eine endgültige Bestätigung steht jedoch aus. Bei zukünftigen Anwendungen lernstilorientierter Adaptivität sollte der Einsatz dieser Theorie kritisch geprüft werden, auch wenn wenige alternative Lernstilkonzepte vorliegen, die besser fundiert wären (Coffield et al. 2004).

Da die vorliegenden Ergebnisse bezüglich der Zielgruppe und des Lerninhalts sehr spezifisch sind, kann eine Erweiterung auf andere Bereiche kaum durchgeführt werden. Insofern ist Schulmeisters (2006) Forderung nach offenen Lernumgebungen im Allgemeinen und vorläufig zu unterstützen. Auch die vorliegende Studie konnte keine ausreichenden allgemeinen Belege für den Nutzen eines spezifischen Adoptionskriteriums liefern. Lernstile nach Kolb haben zwar einige

Stärken bewiesen, diese sind aber über das spezifische Einsatzszenario dieser Studie hinaus nicht zu verallgemeinern. Solange aber keine ausreichenden Belege für die Tauglichkeit eines bestimmten Adoptionskriteriums vorliegen, hat, abgesehen von den oben dargestellten Spezialfällen im Bereich der Softwareschulung, die Verwendung offener Lernumgebungen sicher ein besseres Kosten-Nutzen-Verhältnis als adaptive Lernumgebungen. Die Erkenntnisse aus dieser Arbeit bieten jedoch Ansatzpunkte für zukünftige Forschungen, die dann allgemeingültigere Ergebnisse produzieren könnten. Auf lange Sicht sollte nach wie vor versucht werden adaptive Systeme zu entwickeln, um die Lernenden möglichst durch die Reduktion der Komplexität der Lernumgebung zu entlasten, denn nach wie vor können in E-Learning-Anwendungen Beeinträchtigungen der kognitiven Leistung beobachtet werden, die vermutlich von Überbelastungen des Kurzzeitgedächtnisses durch zu komplexe Lernumgebungen verursacht werden (Kirschner, Sweller & Clark 2006).

13.7 Zukünftige Studien

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit deuten darauf hin, dass sich die zukünftige Forschung zu adaptiven Lernumgebungen vor allem auf die Identifikation geeigneter Lernermodelle konzentrieren sollte. Diese sollten neben einem soliden theoretischen Fundament Instrumente zur Klassifikation der Lernenden bereitstellen, die möglichst reliabel und valide sind. Da der Einsatz von Fragebögen zu diesem Zweck wiederholt kritisiert wurde, könnten mehrstufige Verfahren die Klassifikation verbessern, die eine initiale Befragung und Beobachtungsdaten der Lernumgebung beinhalten, wie sie z. B. Fahy und Ally (2005) beschreiben. Zukünftige Forschungsarbeiten sollten sich vertieft mit der Frage beschäftigen, welche pädagogischen Theorien und Modelle für die lernprozessorientierte Adaptivität geeignet sind und wie darauf aufbauend eine verlässliche Lernermodellierung erfolgen kann.

Einige Untersuchungen, die auf dem erfahrungsorientierten Lernen aufbauend adaptive Lernumgebungen entwickelt haben (z. B. Lindemann-Matthies et al. 2006, Schäfer 2004, Ayersman & von Minden 1995) konnten bei den kognitiven und fertigkeitsbasierten Lernergebnissen keine Unterschiede im Bereich der Metakognition und der affektiven Wirkungen, jedoch mehr oder weniger deutliche Befunde feststellen. Dieser Aspekt sollte in zukünftigen Studien weiter behandelt werden. Möglicherweise können so Erkenntnisse gewonnen werden, wie im Bereich der kognitiven Wirkungen adaptive Lernumgebungen zu einer Verbesserung beitragen können oder worauf die Wirkungen in den anderen Bereichen beruhen. Daraus lässt sich folgende Forschungsfrage ableiten: Wie müssen adaptive Lern-

umgebungen gestaltet sein, um Verbesserungen beim Erwerb kognitiver Fähigkeiten zu erreichen?

Die vorliegenden Ergebnisse beziehen sich rein auf das individuelle Lernen. Zu den Möglichkeiten und Grenzen adaptiver Lernumgebungen in sozialen Lernarrangements existieren noch kaum Daten. Daher sollte in zukünftigen Studien untersucht werden, wie das Lernen im Gruppenkontext durch adaptive Lernumgebungen unterstützt werden kann.

Diese Arbeit ist Teil einer heterogenen Menge von Studien zu adaptiven Lernumgebungen, die schwer miteinander zu vergleichen sind. Es gibt derzeit kaum zwei Studien, bei denen Lerninhalte, Zielgruppen oder die verschiedenen Aspekte der Adaptionsumsetzung vergleichbar wären. Für die zukünftige Forschung in diesem Bereich könnte die Definition eines Forschungsrahmens oder standardisierter Referenzimplementationen adaptiver Lernsysteme größere Vergleichbarkeit der Ergebnisse sichern und so dazu beitragen, die einzelnen Ergebnisse besser zu integrieren.

Trotz der vielen Einschränkungen der Ergebnisse dieser Arbeit bleibt festzuhalten, dass adaptive Lernumgebungen umsetzbar sind. Es wurden zwar keine revolutionären Erkenntnisse gewonnen, dennoch konnten einige neue Befunde zur lernstilorientierten Adaptivität bei Softwareschulungen ermittelt werden. Vielleicht kann die Arbeit ja einen kleinen Beitrag auf dem Weg zu optimalen E-Learning-Angeboten leisten, diese, wie Prof. Suppes im letzten Jahrhundert gefordert hat, den Vergleich mit Aristoteles als Privatlehrer nicht scheuen müssen. Angesichts der Herausforderungen des lebenslangen Lernens ist es unerlässlich, weiter nach Wegen zu suchen, die Menschen in allen Lebensphasen optimal beim Erwerb von Wissen und Fertigkeiten unterstützen. Adaptive Lernumgebungen haben das Potenzial, zumindest ein wichtiger Meilenstein bei dieser Suche zu sein.

14 Literatur

- Abbey, D. S., Hunt, D. E. & Weiser, J. C. (1985). Variations on a Theme by Kolb: A New Perspective for Understanding Counseling and Supervision. *The Counseling Psychologist, 13*(3), 477–501.
- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes, 50*(2), 179–211.
- Ajzen, I. & Fishbein, M. (1980). *Understanding Attitudes and Predicting Social Behavior*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Allison, C. & Hayes, J. (1988). The Learning Style Questionnaire: An Alternative to Kolb's inventory. *Journal of Management Studies, 25*, 269–281.
- Anstadt, U. (1994). *Determinanten der individuellen Akzeptanz bei Einführung neuer Technologien*. Frankfurt: Lang.
- Appelbaum, S. H. & Primmer, B. (1990). An HRx for Computer Anxiety. *Personnel (AMA), 67*(9), 8–11.
- Ayersman, D. J. & von Minden, A. (1995). Individual differences, computers, and instruction. *Computers in Human Behavior, 11*(3–4), 371–390.
- Backhaus, K., Erichson, B., Plinke, W. & Weiber, R. (2003). *Multivariate Analysemethoden: Eine anwendungsorientierte Einführung* (10. Aufl.). Berlin: Springer.
- Bajraktarevic, N., Hall, W. & Fullick, P. (2003). Incorporating learning styles in hypermedia environment: Empirical evaluation. In: *Proceedings of the Workshop on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems*. Nottingham: 41–52
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review, 84*(2), 191–215.
- Bandura, A. (1986). *Social Foundations of Thought and Action: A Social Cognitive Theory*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Bandura, A. (2001). Social Cognitive Theory: An Agentic Perspective. *Annual Reviews in Psychology, 52*(1), 1–26.
- Biggs, J. B. (1970a). Personality correlates of certain dimensions of study behaviour. *Australian Journal of Psychology, 22*(3), 287–297.
- Biggs, J. B. (1970b). Faculty patterns in study behaviour. *Australian Journal of Psychology, 22*(2), 161–174.
- Biggs, J. B. (1978). Individual and Group Differences in Study Processes. *British Journal of Educational Psychology, 48*(3), 266–279.
- Biggs, J. B. (1979). Individual differences in study processes and the Quality of Learning Outcomes. *Higher Education, 8*(4), 381–394.
- Biggs, J. B. (1988). Approaches to learning and to essay writing. In R. Schmeck (Hrsg.), *Learning strategies and learning styles* (Bd. 1). New York, NY: Plenum Press, 185–228.
- Birkey, R. C. & Rodman, J. J. (1995). Adult learning styles and preference for technology programs. In: *Proceedings of the National University Research Institute Lifelong Learning Conference: Innovations in Higher Education, Technology and Workplace Literacy*, California.
- Blackmoore, J. (1996). *Learning style preferences online. Telecommunications for Remote Work and Learning*.

- Bohlen, G. & Ferratt, T. (1997). End user training: An experimental comparison of lecture versus computer-based training. *Journal of End User Computing*, 9(3), 14–27.
- Bolt, M. A., Killough, L. N. & Koh, H. C. (2001). Testing the Interaction Effects of Task Complexity in Computer Training Using the Social Cognitive Model. *Decision Sciences*, 32(1), 1–20.
- Bortz, J. & Döring, N. (2006). *Forschungsmethoden und Evaluation: für Human- und Sozialwissenschaftler* (4. Aufl.). Berlin: Springer.
- Bostrom, R., Olfman, L. & Sein, M. (1990). The Importance of Learning Style in End-User Training. *Management Information Systems Quarterly*, 14(1), 101–119.
- Bostrom, R., Olfman, L. & Sein, M. K. (1993). Learning styles and end-user training: A first step. *MIS Quarterly*, 17(1), 118–120.
- Bowman, B., Grupe, F. & Simkin, M. (1995). Teaching end-user applications with computer-based training: Theory and an empirical investigation. *Journal of End User Computing*, 7(2), 12–18.
- Bremer, C. (2000). Virtuelles Lernen in Gruppen: Rollenspiele und Online-Diskussionen und die Bedeutung von Lerntypen. In F. Scheuermann (Hrsg.), *Campus 2000. Lernen in neuen Organisationsformen*. Münster: Waxmann.
- Briggs-Myers, I. & Myers, P. B. (1995). *Gifts Differing: Understanding Personality Type*. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press.
- Bronfenbrenner, U. (1977). Toward an experimental psychology of human development. *American Psychologist*, 32, 513–531.
- Bronfenbrenner, U. (1979). *The Ecology of Human Development: Experiments by Nature and Design*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Brusilovsky, P. (1998). Adaptive Educational Systems on the World-Wide-Web: A Review of Available Technologies. In: *Proceedings of Workshop WWW-Based Tutoring*.
- Buch, K. & Bartley, S. (2002). Learning Style and Training Delivery Mode Preference. *Journal of Workplace Learning*, 14(1), 5–10.
- Buch, K. & Sena, C. (2001). Accommodating Diverse Learning Styles in the Design and Delivery of Online Learning Experiences. *International Journal of Engineering Education*, 17(1), 93–98.
- Bürg, O. & Mandl, H. (2004). *Akzeptanz von E-Learning in Unternehmen*. Forschungsbericht Nr. 167. München: Ludwig-Maximilians-Universität, Department Psychologie, Institut für Pädagogische Psychologie.
- Bürg, O., Rösch, S. & Mandl, H. (2005). *Die Bedeutung von Merkmalen des Individuums und Merkmalen der Lernumgebung für die Akzeptanz von E-learning in Unternehmen*. Forschungsbericht Nr. 173. München: Ludwig-Maximilians-Universität, Department Psychologie, Institut für Pädagogische Psychologie.
- Burgos, D., Tattersall, C. & Koper, R. (2007). How to Represent Adaptation in e-Learning with IMS Learning Design. *Interactive Learning Environments*, 15(2), 161–170.
- Canfield, A. A. (1980). *Learning styles inventory: Guide*. Birmingham, MI: Humanics.

- Carver Jr, C. A., Howard, R. A. & Lane, W. D. (1999). Enhancing student learning through hypermedia courseware and incorporation of student learning styles. *Education, IEEE Transactions on Education*, 42(1), 33–38.
- Chang, S. & Tung, F. (2008). An Empirical Investigation of Students' Behavioural Intentions to Use the Online Learning Course Websites. *British Journal of Educational Technology*, 39(1), 71–83.
- Chen, C. M. (2008). Intelligent Web-Based Learning System with Personalized Learning Path Guidance. *Computers & Education*, 51(2), 787–814.
- Chien, T. (2008). Factors Influencing Computer Anxiety and Its Impact on E-Learning Effectiveness: A Review of Literature. In: *Meeting of the Academy of Human Resource Development International Research Conference of the Americas*. Panama City, FL.
- Chou, H. W. & Wang, T. B. (2000). The influence of learning style and training method on self-efficacy and learning performance in WWW homepage design training. *International Journal of Information Management*, 20(6), 455–472.
- Coffield, F., Moseley, D., Hall, E. & Ecclestone, K. (2004). Learning Styles and Pedagogy in Post-16 Learning a Systematic and Critical Review. London: Learning and Skills Research Centre.
- Colquitt, J. A., LePine, J. A., & Noe, R. A. (2000). Toward an integrative theory of training motivation: A meta-analytic path analysis of twenty years of research. *Journal of Applied Psychology*, 85(5), 678–707.
- Compeau, D. & Higgins, C. (1995a). Computer Self Efficacy: Development of a Measure and Initial Test. *Management Information Systems Quarterly*, 19(2), 189–211.
- Compeau, D. & Higgins, C. A. (1995b). Application of Social Cognitive Theory to Training for Computer Skills. *Information Systems Research*, 6(2), 118–143.
- Cornwell, J. M., Manfredo, P. A. & Dunlap, W. P. (1991). Factor Analysis of the 1985 Revision of Kolb's Learning Style Inventory. *Educational and Psychological Measurement*, 51(2), 455–462.
- Curry, L. (1987). *Integrating Concepts of Cognitive Or Learning Style: A Review with Attention to Psychometric Standards*. Ottawa: Learning Styles Network.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319–340.
- Davis, F. D., Bagozzi, R. P. & Warshaw, P. R. (1989). User acceptance of computer technology: a comparison of two theoretical models. *Management Science*, 35(8), 982–1003.
- Davis, F. & Yi, M. (2004). Improving computer skill training: Behavior modeling, symbolic mental rehearsal, and the role of knowledge structures. *Journal of applied psychology*, 89(3), 509–523.
- De Ciantis, S. M. & Kirton, M. J. (1996). A Psychometric Reexamination of Kolb's Experiential Learning Cycle Construct: A Separation of Level, Style, and Process. *Educational and Psychological Measurement*, 56(5), 809–820.
- Degenhardt, M. (1999). *Lernstile und hypermediale Lernsysteme. Ergebnisse, Erfahrungen und Konsequenzen aus einer empirischen Studie mit*

- SchülerInnen der Sek. II.* Unveröffentlichte Magisterarbeit, Fernuniversität Hagen.
- Demirbas, O. O. & Demirkhan, H. (2003). Focus on architectural design process through learning styles. *Design Studies*, 24(5), 437–456.
- Desai, M. S., Richards, T. & Eddy, J. P. (2000). A Field Experiment: Instructor-Based Training vs. Computer-Based Training. *Journal of Instructional Psychology*, 27(4), 239–243.
- DeTure, M. (2004). Cognitive Style and Self-Efficacy: Predicting Student Success in Online Distance Education. *The American Journal of Distance Education*, 18(1), 21–38.
- Dewey, J. (1938). *Experience and Education*. West Lafayette, IN: Kappa Delta Pi.
- Dochy, F., Segers, M., van den Bossche, P. & Gijbels, D. (2003). Effects of problem-based learning: a meta-analysis. *Learning and Instruction*, 13(5), 533–568.
- Dunlap, J., Dobrovolny, J. & Young, D. (2008). Preparing e-Learning Designers Using Kolb's Model of Experiential Learning. *Innovate journal of online education*, 4(4).
- Dunn, R. & Griggs, S. (2003). *Synthesis of the Dunn and Dunn learning styles model research: who, what, when, where and so what – the Dunn and Dunn learning styles model and its theoretical cornerstone*. St. John's University, New York, NY.
- Dzakiria, H., Razak, A. & Mohammed, A. (2004). Improving Distance Courses: Understanding Teacher Trainees and their Learning Styles for the design of Teacher Training Courses and Materials at a Distance. *The Turkish Online Journal of Distance Education*, 5(1).
- Ehlers, U. (2004). *Qualität im E-Learning aus Lernersicht. Grundlagen, Empirie und Modellkonzeption subjektiver Qualität*. Wiesbaden: Vs Verlag.
- Entwistle, N. (1976). Strategies for research and development in higher education. In: *Proceedings of an educational research symposium organised by the council of Europe and the research and development unit of the office of the chancellor of the Swedish universities, Göteborg, Sweden, September 7-12, 1975*. Amsterdam.
- Entwistle, N., Hanley, M. & Hounsell, D. (1979). Identifying distinctive approaches to studying. *Higher Education*, 8(4), 365–380.
- Entwistle, N. & Wilson, J. (1977). *Degrees of Excellence*. London: Hodder.
- Erpenbeck, J. & Heyse, V. (1999). *Die Kompetenzbiographie. Strategien der Kompetenzentwicklung durch selbstorganisiertes Lernen und multimediale Kommunikation*. Münster: Waxmann.
- Eysenck, H. J. (1970). *The Structure of Human Personality*. London: Methuen.
- Fahy, P. J. & Ally, M. (2005). Student Learning Style and Asynchronous Computer-Mediated Conferencing (CMC) Interaction. *The American Journal of Distance Education*, 19(1), 5–22.
- Federico, P. A. (2000). Learning styles and student attitudes toward various aspects of network-based instruction. *Computers in Human Behavior*, 16(4), 359–379.
- Felder, R. M. (1996). Matters of Style. *ASEE Prism*, 6(4), 18–23.

- Felder, R. M. & Henriques, E. R. (1995). Learning and teaching styles in foreign and second language education. *Foreign Language Annals*, 28(1), 21–31.
- Felder, R. M. & Silverman, L. K. (1988). Learning and Teaching Styles in Engineering Education. *Engineering Education*, 78(7), 674–681.
- Fishbein, M. & Ajzen, I. (1975). *Belief, Attitude, Intention, and Behavior: An Introduction to Theory and Research*. Massachusetts: Addison-Wesley Pub. Co.
- Flammer, A. (1975). Wechselwirkungen zwischen Schülermerkmalen und Unterrichtsmethoden. In R. Schwarzer & K. Steinhagen (Hrsg.), *Adaptiver Unterricht. Zur Wechselwirkung von Schülermerkmalen und Unterrichtsmethoden*. München: Kösel, 27–41.
- Flindt, N. (2007). *E-learning Theoriekonzepte und Praxiswirklichkeit*. Saarbrücken: VDM.
- Ford, J. K., Smith, E. M., Weissbein, D. A., Gully, S. M. & Salas, E. (1998). Relationships of goal orientation, metacognitive activity, and practice strategies with learning outcomes and transfer. *Journal of Applied Psychology*, 83, 218–233.
- Freedman, R. D. & Stumpf, S. A. (1978). What can one learn from the Learning Style Inventory. *Academy of Management Journal*, 21(2), 275–282.
- Fry, R. (1978). *Diagnosing Professional Learning Environments: An Observational Framework for Assessing Situational Complexity*. Unveröffentl. Dissertation, Massachusetts Institute of Technology.
- Furnham, A. (1992). Personality and learning style: a study of three instruments. *Personality and individual differences*, 13(4), 429–438.
- Garner, I. (2000). Problems and Inconsistencies with Kolb's Learning Styles. *Educational Psychology*, 20(3), 341–348.
- Gefen, D. & Straub, D. W. (2000). The Relative Importance of Perceived Ease of Use in IS Adoption: A Study of E-Commerce Adoption. *Journal of the AIS*, 1(8).
- Geiger, M. A. & Pinto, J. K. (1991). Changes in learning style preference during a three-year longitudinal study. *Psychological reports*, 69(3), 755–762.
- Geiger, M. A. & Pinto, J. K. (1992). Changes in learning-style preferences: a reply to Ruble and Stout. *Psychological reports*, 70(3), 1072–1074.
- Gist, M., Schwoerer, C. & Rosen, B. (1989). Effects of alternative training methods on self-efficacy and performance in computer software training. *Journal of applied psychology*, 74(6), 884–891.
- Goodhue, D. L. (1995). Understanding user evaluations of information systems. *Management Science*, 41(12), 1827–1844.
- Graf, S. & Kinshuk (2008). Adaptivität in Lernplattformen unter Berücksichtigung von Lernstilen. *Zeitschrift für E-Learning, Lernkultur und Bildungs-technologie*, 3(3), 40–51.
- Gregorc, A. F. (1985). *Gregorc Style Delineator: A Self-assessment Instrument for Adults*. Columbia C.T.: Gregorc Assoc.
- Grigoriadou, M., Papanikolaou, K., Kornilakis, H. & Magoulas, G. (2001). INSPIRE: An INtelligent System for Personalized Instruction in a Remote

- Environment. In: *Pre-Workshop Proceedings: Third Workshop on Adaptive Hypertext and Hypermedia, User Modeling*, 31–40.
- Gunzenhäuser, R. & Herczeg, M. (2001). Lehren und Lernen im Zeitalter der neuen digitalen Medien. *i-com*, 0/2001, 19–25.
- Gupta, S. (2006). Longitudinal Investigation of Collaborative e-Learning in an End User Training Context MIS department. *University of Georgia, Athens, GA*.
- Gupta, S. & Bostrom, R. P. (2006). End-user training methods: what we know, need to know. In: *Proceedings of the 2006 ACM SIGMIS CPR conference on computer personnel research: Forty four years of computer personnel research: achievements, challenges & the future*. New York, NY: ACM, 172–182.
- Harhoff, D. & Küpper, C. (2002). *Akzeptanz von E-Learning*. München: INNOtec, Inst. für Innovationsforschung und Technologiemanagement. Abgerufen Februar 16, 2009.
- Heinssen, R. K., Glass, C. R. & Knight, L. A. (1987). Assessing computer anxiety: Development and validation of the Computer Anxiety Rating Scale. *Computers in Human Behavior*, 3(1), 49–59.
- Henninger, M., Mandl, H., Pommer, M. & Linz, M. (1999). Die Veränderung sprachrezeptiven Handelns: Einfluss des instruktionalen Gestaltungsprinzips Authentizität. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 31(1), 1–10.
- Hickcox, L. K. (1991). Kolb's experiential learning theory: An historical review and its effects in higher and adult education 1971–1991. *Unpublished doctoral dissertation, Oregon State University, Corvallis*.
- Hickcox, L. K. (1995). Learning styles: A survey of adult learning style inventory models. In R. R. Sims & S. J. Sims (Hrsg.), *The importance of learning styles: Understanding the implications for learning, course design, and education*. Westport, CT: Greenwood Publishing Group, 25–47.
- Hoegner, W. (2006). Das Projekt LiMux—Freie Software für die Münchener Verwaltungsclients. In: B. Lutterbeck, M. Bärwolff & R. Gehring (Hrsg.), *Open Source Jahrbuch 2006*. Berlin: Lehmanns Media.
- Holman, D., Pavlica, K. & Thorpe, R. (1997). Rethinking Kolb's Theory of Experiential Learning in Management Education: The Contribution of Social Constructionism and Activity Theory. *Management Learning*, 28(2), 135–148.
- Honey, P. & Mumford, A. (1992). *Manual for the Learning Style Questionnaire*. Maidenhead, Bershire: Peter Honey.
- Huang, C., Chu, S. & Guang, C. (2007). Implementation and Performance Evaluation of Parameter Improvement Mechanisms for Intelligent E-Learning Systems. *Computers & Education*, 49(3), 597–614.
- Hudson, L. (1976). Commentary: Singularity of Talent. In S. Massick (Hrsg.), *Individuality in Learning*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Hunt, D. E. (1987). *Beginning with ourselves in practice, theory, and human affairs*. Cambridge, MA: Brookline Books.
- Iliff, C. H. (1994). *Kolb Learning Style Inventory: A Meta-analysis*. Unveröffentl. Dissertation, Boston University.

- Johnson, R. D. (2005). An empirical investigation of sources of application-specific computer-self-efficacy and mediators of the efficacy-performance relationship. *International Journal of Human-Computer Studies*, 62(6), 737–758.
- Johnson, R. D. & Marakas, G. M. (2000). Research Report: The Role of Behavioral Modeling in Computer Skills Acquisition: Toward Refinement of the Model. *Information Systems Research*, 11(4), 402–417.
- Jonassen, D. H. & Grabowski, B. L. (1993). *Handbook of Individual Differences Learning, and Instruction*. Hillsdale NJ: Lawrence Erlbaum.
- Jung, C. G. (1921). *Psychologische Typen*. Zürich: Rascher.
- Kaehler, S. D. (1998). Fuzzy Logic—An Introduction. Abgerufen Januar 6, 2009, von www.seattlerobotics.org/encoder/mar98/fuz/fl_part1.html.
- Katz, N. (1986). Construct validity of Kolb's learning style inventory, using factor analysis and Guttman's smallest space analysis. *Perceptual and motor skills*, 63(3), 1323–1326.
- Kay, R. H. (2008). Exploring the Relationship between Emotions and the Acquisition of Computer Knowledge. *Computers & Education*, 50(4), 1269–1283.
- Kesper, H., Schön, L. & Greber, G. (2005). Selbstgesteuertes Lernen in einer adaptiven Lernumgebung. In: *Tagungsband der GDCP-Jahrestagung vom 13.–16. September 2004 in Heidelberg*.
- Kirschner, P. A., Sweller, J. & Clark, R. E. (2006). Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75–86.
- Kolb, A. & Kolb, D.A. (2005). Learning Styles and Learning Spaces: Enhancing Experiential Learning in Higher Education. *The Academy of Management Learning and Education*, 4(2), 193–212.
- Kolb, A. & Kolb, D. A. (2005). Experiential Learning Bibliography – Volume 1. Abgerufen Januar 6, 2009, von http://www.learningfromexperience.com/images/uploads/Bibliography_1971-2005.pdf.
- Kolb, D. A. (1971). *Individual Learning Styles and the Learning Process*. Working paper Nr. 535–571. M.I.T. Sloan School.
- Kolb, D. A. (1974). On Management and the Learning Process. In D. A. Kolb, I. M. Rubin & J. McIntyre (Hrsg.), *Organizational Psychology: A Book of Readings* (2. Aufl.). Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Kolb, D. A. (1976). *The Learning Style Inventory: Technical Manual*. Boston: McBer and Company.
- Kolb, D. A. (1981). Experiential learning theory and the learning style inventory: A reply to Freedman and Stumpf. *Academy of Management Review*, 6(2), 289–296.
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Kolb, D. A., Boyatzis, R. E. & Mainemelis, C. (2001). Experiential learning theory: Previous research and new directions. In R. Sternberg & L. Zhang

- (Hrsg.), *Perspectives on thinking, learning, and cognitive styles*. Mahwah, NJ: Erlbaum, 227-247.
- Kollmann, T. (1998). *Akzeptanz innovativer Nutzungsgüter und -systeme: Konsequenzen für die Einführung von Telekommunikations- und Multi-mediasystemen*. Wiesbaden: Gabler.
- Kollmann, T. (2000). Die Messung der Akzeptanz bei Telekommunikationssystemen. *Journal für Betriebswirtschaft*, 50(2), 68–78.
- KPMG (2001). *eLearning zwischen Euphorie und Ernüchterung; Eine Bestandsaufnahme zum eLearning in deutschen Großunternehmen*. München.
- Krahe, V. A. (1993). The Shape of the Container. *Adult Learning*, 4(4), 17–18.
- Kraus, L. A., Reed, W. M. & Fitzgerald, G. E. (2001). The effects of learning style and hypermedia prior experience on behavioral disorders knowledge and time on task: a case-based hypermedia environment. *Computers in Human Behavior*, 17(1), 125–140.
- Kuljis, J. & Liu, F. (2005). A comparison of learning style theories on the suitability for elearning. In: *Proceedings of Web Technologies, Applications, and Services, Calgary*.
- Lam, S. (1997). Reliability and Classification of Learning Style Inventory in Hong Kong. *Perceptual and motor skills*, 85(1), 141–142.
- Lance, C. E., Butts, M. M. & Michels, L. C. (2006). The Sources of Four Commonly Reported Cutoff Criteria: What Did They Really Say? *Organizational Research Methods*, 9(2), 202–220.
- Lave, J. & Wenger, E. (1991). *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Lerche, T., Pfab, L. & Hinkofer, L. (im Druck). Entwicklung und Aufbau des LiMux-Lernportals bei der Landeshauptstadt München im Rahmen der Linux-Migration. In: P.A. Henning & A.T. Lehr (Hrsg.): *eureleA – the european e-learning award 2007. Best practices in e-learning 2007*. Berlin: uni-edition.
- Leutner, D. (1992). *Adaptive Lehrsysteme: instruktionspsychologische Grundlagen und experimentelle Analysen*. Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Leutner, D. & Plass, J. L. (1998). Measuring learning styles with questionnaires versus direct observation of preferential choice behavior in authentic learning situations: the visualizer/verbalizer behavior observation scale (VV-BOS). *Computers in Human Behavior*, 14(4), 543–557.
- Leutner, D. (2002). Adaptivität und Adaptierbarkeit multimedialer Lehr- und Informationssysteme. In L. J. Issing & P. Klimsa (Hrsg.), *Information und Lernen mit Multimedia und Internet* (3. Aufl.). Weinheim: Beltz PVU, 115–125.
- Liegler, J. O. & Janicki, T. N. (2006). The effect of learning styles on the navigation needs of Web-based learners. *Computers in Human Behavior*, 22(5), 885–898.
- Lienert, G. A. & Raatz, U. (1994). *Testaufbau und Testpraxis*. Weinheim: Beltz.
- Lindemann-Matthies, P., Meyer, D. & Paschke, M. (2006). Multimedia und Lernstiltyp. Unterstützt Online-Distance-Learning unterschiedliche Lernstiltypen und führt zu mehr Lernerfolg? *MedienPädagogik*, (27.09.2006), 1–17.

- Lo, J. J. & Shu, P. C. (2005). Identification of learning styles online by observing learners' browsing behaviour through a neural network. *British Journal of Educational Technology*, 36(1), 43–55.
- Locke, E. A. & Latham, G. P. (2004). What Should We Do About Motivation Theory? Six Recommendations for the Twenty-First Century. *Academy of Management Review*, 29(3), 388–403.
- Loo, R. (1997). Evaluating Change and Stability in Learning Style Scores: a methodological concern. *Educational Psychology*, 17(1), 95–100.
- Looß, M. (2001). Lerntypen? Ein pädagogisches Konstrukt auf dem Prüfstand. *Die Deutsche Schule*, 93(2), 186–198.
- Mao, J. & Brown, B. (2006). The Effectiveness of Online Task Support vs. Instructor-Led Training. *Journal of Organizational and End User Computing*, 17(3), 27–46.
- Marakas, G. M., Johnson, R. D. & Clay, P. F. (2004). *The evolving nature of the computer self-efficacy construct: an empirical investigation of measurement construction, reliability, and stability over time*. Working Paper, University of Kansas, Lawrence, KS.
- Marakas, G. M., Yi, M. Y. & Johnson, R. D. (1998). The Multilevel and Multifaceted Character of Computer Self-Efficacy: Toward Clarification of the Construct and An Integrative Framework for Research. *Information Systems Research*, 9(2), 126–163.
- Marcoulides, G. A., Emrich, C. & Marcoulides, L. D. (2008). Testing for Multigroup Invariance of the Computer Anxiety Scale. *Educational and Psychological Measurement*, 68(2), 325–334.
- Margerison, C. & Lewis, R. (1979). *How Work Preferences Relate to Learning Style*. Bedfordshire GB: Management and Organisation Development Research Centre, Cranfield School of Management.
- Marshall, J. & Merritt, S. (1986). Reliability and construct validity of the learning style questionnaire. *Educational and psychological measurement*, 46(1), 257–262.
- Martocchio, J. J. & Webster, J. (1992). Effects of feedback and cognitive playfulness on performance in microcomputer software training. *Personnel Psychology*, 45(3), 553–578.
- Marton, F. & Säljö, R. (1976a). Symposium: Learning processes and strategies—II. On qualitative differences in learning—II: Outcome as a function of the learner's conception of the task. *British Journal of Educational Psychology*, 46(2), 115–127.
- Marton, F. & Säljö, R. (1976b). On qualitative differences in learning. 1—outcome and process. *British Journal of Educational Psychology*, 46, 4–11.
- Mathieson, K. (1991). Predicting User Intentions: Comparing the Technology Acceptance Model with the Theory of Planned Behavior. *Information Systems Research*, 2(3), 173–191.
- McCarthy, B. (1980). *Creative Lesson Plans for Teaching to Learning Styles with Right/Left Mode Techniques*. Oak Brook, IL: Excel.

- McIlroy, D., Bunting, B., Tierney, K. & Gordon, M. (2001). The relation of gender and background experience to self-reported computing anxieties and cognitions. *Computers in Human Behavior*, 17(1), 21–33.
- McKeachie, W. (1995). Learning styles can become learning strategies. In *The National Teaching and Learning Forum*, 4, 1–3.
- McLoughlin, C. (1999). The implications of the research literature on learning styles for the design of instructional material. *Australian Journal of Educational Technology*, 15(3), 222–241.
- Miller, L. M. (2005). Using learning styles to evaluate computer-based instruction. *Computers in Human Behavior*, 21(2), 287–306.
- Motter-Hodgson, M. (1998). *Meeting the Needs of Diverse Types of Learners*. Abgerufen Januar 6, 2009, von <http://www.nald.ca/library/newsletter/aace/sept96/news2.htm>.
- Müller-Böling, D., & Müller, M. (1986). *Akzeptanzfaktoren der Bürokommunikation*. München: Oldenbourg.
- Ndubisi, N. (2006). Factors of Online Learning Adoption: A Comparative Juxtaposition of the Theory of Planned Behaviour and the Technology Acceptance Model. *International Journal on E-Learning*, 5(4), 571–591.
- Neapolitan, R. E. (2007). Learning Bayesian networks. In *Proceedings of the 13th ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining*. New York, NY: ACM.
- Newstead, S. (1992). A study of two ‚quick-and-easy‘ methods of assessing individual differences in student learning. *British Journal of Educational Psychology*, 62(3), 299–312.
- Ngai, E. W. T., Poon, J. K. L. & Chan, Y. H. C. (2007). Empirical Examination of the Adoption of WebCT Using TAM. *Computers and Education*, 48(2), 250–267.
- Nistor, N. (2006). Massenindividualisierung (mass-customization) von Erwachsenenlernen: Gestaltungsprinzipien, Umsetzung, Evaluationsergebnisse. In S. Kälin, E. Seiler-Schiedt, & C. Sengstag (Hrsg.), *E-Learning - Alltagstaugliche Innovation?* Münster: Waxmann, 317–325.
- Nistor, N. & Drews, F. (2003). *Arbeitsplatzorientiertes, individualisiertes, netzbasiertes Training für die Fortbildung bei der Landeshauptstadt München. Voraussetzungen, Erprobung, Zukunftsperspektiven*. München: soluzione Training.
- Nistor, N., Lerche, T. & Lehmann, R. (2008). Die lernprozessorientierte Adaptivität der Lernumgebungen. *Zeitschrift für E-Learning, Lernkultur und Bildungstechnologie*, 3(3), 7–17.
- Nistor, N. & Schäfer, M. (2004). *Lernen mit Stil: Empirische Befunde und offene Fragestellungen zur Bedeutung der Lernstile in virtuellen Seminaren*. Eingereicht zur GMW-Tagung 2004.
- North, A. S. & Noyes, J. M. (2002). Gender influences on children’s computer attitudes and cognitions. *Computers in Human Behavior*, 18(2), 135–150.
- Nunnally, J. C. (1978). *Psychometric Theory*. New York, NY: McGraw-Hill.
- O’Connor, T. (1998). *Using learning styles to adapt technology for higher education*. Indiana State University.

- Osland, J. S., Rubin, I. M., Kolb, D. A. & Turner, M. E. (2007). *Organizational Behavior. An Experiential Approach* (8. Aufl.). Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Ostyn, C. (2006). *In the Eye of the SCORM*. Kirkland WA: Ostyn Consulting. Abgerufen Februar 15, 2009, von http://www.ostyn.com/standards/docs/Eye_Of_The_SCORM_2004.pdf.
- Papanikolaou, K. A. & Grigoriadou, M. (2003). An instructional framework supporting personalized learning on the Web. *The 3rd IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, 2003. Proceedings*, 120–124.
- Pask, G. (1976a). Conversational Techniques in the Study and Practice of Education. *British Journal of Educational Psychology*, 46, 12–25.
- Pask, G. (1976b). Styles and strategies of learning. *British Journal of Educational Psychology*, 46, 128–148.
- Pask, G. & Scott, B. C. E. (1972). Learning Strategies and Individual Competence. *International Journal of Man-Machine Studies*, 4(3), 217–253.
- Perrewé, P. L. (2002). An Empirical Examination of Individual Traits as Antecedents to Computer Anxiety and Computer Self-Efficacy. *MIS Quarterly*, 381–396.
- Piaget, J. (1972). *Theorien und Methoden der modernen Erziehung*. Zürich: Molden.
- Pigg, K., Busch, L. & Lacy, W. (1978). *Individual Learning Styles and the Development of Extension Education Programs*. Unpublished paper. Lexington, KY: University of Kentucky.
- Plovnick, M. (1974). *Individual Learning Styles and the Process of Career Choice in Medical Students*. M.I.T. Sloan School of Management.
- Ribold, M. & Asselmeyer, H. U. (1993). *Kolb-Lernstilfragebogen 3. Fassung*. Lüneburg/Hildesheim: Universität Hildesheim.
- Richmond, A. S. & Cummings, R. (2005). Implementing Kolb's Learning Styles into Online Distance Education. *International Journal of Technology in Teaching and Learning*, 1(1), 45–54.
- Richter, R. (1992). *A Critical Evaluation of Cognitive Style Assessment*. Abgerufen Februar 15, 2009, von <http://www.eric.ed.gov/ERICWebPortal/contentdelivery/servlet/ERICServlet?accno=ED355016>.
- Riding, R. & Rayner, S. (1998). *Cognitive Styles and Learning Strategies: Understanding Style Differences in Learning and Behaviour*. London: D. Fulton Publishers.
- Rohrmann, B. (1978). Empirische Studien zur Entwicklung von Antwortskalen für die empirische Forschung. *Zeitschrift für Sozialpsychologie*, 9, 222–245.
- Romero, J. E., Tepper, B. J. & Tetrault, L. A. (1992). Development and Validation of New Scales to Measure Kolb's (1985) Learning Style Dimensions. *Educational and Psychological Measurement*, 52(1), 171–180.
- Ruble, T. & Stout, D. (1992). Changes in learning-style preferences: comments on Geiger and Pinto. *Psychological reports*, 70(3), 697–698.

- Saade, R. G. & Kira, D. (2007). Mediating the Impact of Technology Usage on Perceived Ease of Use by Anxiety. *Computers & Education*, 49(4), 1189–1204.
- Sahin, S. (2008). The Relationship between Student Characteristics, Including Learning Styles, and Their Perceptions and Satisfaction in Web-Based Courses in Higher Education. *Online Submission*, 9, 123–138.
- Schäfer, M. (2004). *Lernstile und E-Learning – Eine Untersuchung von Lernstilen in problemorientierten virtuellen Seminaren anhand von Diskursanalyse und Befragung*. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Universität Wuppertal.
- Schiaffino, S., Garcia, P. & Amandi, A. (2008). eTeacher: Providing Personalized Assistance to E-Learning Students. *Computers & Education*, 51(4), 1744–1754.
- Schießl, F. (2008, März 6). *Ein Jahr LiMux-Praxis in München*. Hannover.
- Schmeißer, D. R. & Sauer, H. M. (2005). Usability-Forschung im E-Commerce. *planung & analyse – Zeitschrift für Marktforschung und Marketing*, 1, 2–8.
- Schulmeister, R. (2004). Diversität von Studierenden und die Konsequenzen für eLearning. D. Carstensen & B. Barrios (Hrsg.) *Campus 2004: Kommen die digitalen Medien in die Jahre*, 133–144.
- Schulmeister, R. (2006). *eLearning: Einsichten und Aussichten*. München: Oldenbourg.
- Sein, M. & Robey, D. (1991). Learning Style and the Efficacy of Computer Training Methods. *Perceptual and motor skills*, 72(1), 243–248.
- Sheehan, M. & Kearns, D. (1995). Using Kolb: implementation and evaluation of facilitation skills. *Industrial and Commercial Training*, 27, 8–14.
- Shotick, J. & Stephens, P. R. (2006). Gender Inequities of Self-Efficacy on Task-Specific Computer Applications in Business. *Journal of Education for Business*, 81(5), 269–273.
- Simon, B. (2001). *E-learning an Hochschulen: Gestaltungsräume und Erfolgsfaktoren von Wissensmedien*. Lohmar: Eul.
- Simon, S. & Werner, J. (1996). Computer training through behavior modeling, self-paced, and instructional approaches: A field experiment. *Journal of applied psychology*, 81(6), 648–659.
- Simon, S. J. (2000). The Relationship of Learning Style and Training Method to End-User Computer Satisfaction and Computer Use: A Structural Equation Model. *Information Technology, Learning, and Performance Journal*, 18(1), 41–59.
- Simon, S. J., Grover, V., Teng, J. T. C. & Whitcomb, K. (1996). The Relationship of Information System Training Methods and Cognitive Ability to End-User Satisfaction, Comprehension, and Skill Transfer: A Longitudinal Field Study. *Information Systems Research*, 7(4), 466–490.
- Simonson, M. R., Maurer, M., Montag-Torardi, M. & Whitaker, M. (1987). Development of a Standardized Test of Computer Literacy and a Computer Anxiety Index. *Journal of Educational Computing Research*, 3(2), 231–247.
- Sims, R. R. (1980). *Preparation for Professional Careers and Changing Job Roles: An Assessment of Professional Education*. Qualifying paper

- Department of Organizational Behavior. Cleveland OH: Case Western Reserve University.
- Sims, R. R. & Sims, S. J. (1995). Learning Enhancement in Higher Education. In R. R. Sims & S. J. Sims (Hrsg.). *The importance of learning styles: Understanding the implications for learning, course design, and education*. Westport, CT: Greenwood Publishing Group.
- Sims, R. R., Veres III, J. G., Watson, P. & Buckner, K. E. (1986). The Reliability and Classification Stability of the Learning Style Inventory. *Educational and Psychological Measurement*, 46(3), 753–760.
- Solvie, P. & Kloek, M. (2007). Using Technology Tools to Engage Students with Multiple Learning Styles in a Constructivist Learning Environment. *Education*, 7(2), 7–27.
- Soppe, M., Schmidt, H. G. & Bruysten, R. (2005). Influence of problem familiarity on learning in a problem-based course. *Instructional Science*, 33(3), 271–281.
- Staemmler, D. (Hrsg.). (2006). *Lernstile und interaktive Lernprogramme: kognitive Komponenten des Lernerfolges in virtuellen Lernumgebungen*. Gabler Edition Wissenschaft: Multimedia und Telekooperation. Wiesbaden: Dt. Univ.-Verl.
- Stash, N. V., Cristea, A. I. & De Bra, P. M. (2004). Authoring of learning styles in adaptive hypermedia: problems and solutions. In: *Proceedings of the 13th international World Wide Web conference on Alternate track papers & posters*. New York, NY, USA: ACM, 114–123.
- Stathacopoulou, R., Magoulas, G. D., Grigoriadou, M. & Samarakou, M. (2005). Neuro-fuzzy knowledge processing in intelligent learning environments for improved student diagnosis. *Information Sciences*, 170(2–4), 273–307.
- Svensson, L. (1977). Symposium: Learning processes and strategies—III. On qualitative differences in learning—III: Study skill and learning. *British Journal of Educational Psychology*, 47, 233–243.
- Svinicki, M. D. & Dixon, N. M. (1995). The Kolb model modified to classroom activity. *Coll Teach*, 35(4), 141–46.
- Taylor, F. (1973). *Relationship between Student Personality and Performance in an Experiential Theoretical Group Dynamics Course*. Faculty Working Paper Nr. 132. Kent State University.
- Taylor, S. & Todd, P. A. (1995). Understanding Information Technology Usage: A Test of Competing Models. *Information Systems Research*, 6(23), 144–176.
- Terrell, S. & Dringus, L. (2000). An Investigation of the Effect of Learning Style on Student Success in an Online Learning Environment. *Journal of Educational Technology Systems*, 28(3), 231–238.
- Triantafillou, E., Pomportsis, A. & Demetriadis, S. (2003). The design and the formative evaluation of an adaptive educational system based on cognitive styles. *Computers & Education*, 41(1), 87–103.
- Tyler, L. (1978). *Individuality*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- VandeWalle, D., Cron, W. L. & Slocum Jr, J. W. (2001). The role of goal orientation following performance feedback. *Journal of Applied Psychology*, 86(4), 629–640.

- Venkatesh, V. (1999). Creation of favorable user perceptions: exploring the role of intrinsic motivation. *MIS Quarterly*, 23(2), 239–260.
- Venkatesh, V. & Davis, F. D. (2000). A Theoretical Extension of the Technology Acceptance Model: Four Longitudinal Field Studies. *Management Science*, 46(2), 186–204.
- Veres III, J. G., Sims, R. R. & Locklear, T. S. (1991). Improving the Reliability of Kolb's Revised Learning Style Inventory. *Educational and Psychological Measurement*, 51(1), 143–150.
- Veres III, J. G., Sims, R. R. & Shake, L. G. (1987). The Reliability and Classification Stability of the Learning Style Inventory in Corporate Settings. *Educational and Psychological Measurement*, 47(4), 1127–1133.
- Vermunt, J. (1998). The regulation of constructive learning processes. *British Journal of Educational Psychology*, 68(2), 149–171.
- Vester, F. (2001). *Denken, Lernen, Vergessen. Sonderausgabe* (28. Aufl.). München: DTV.
- Villaverde, J. E., Godoy, D. & Amandi, A. (2006). Learning styles' recognition in e-learning environments with feed-forward neural networks. *Journal of Computer Assisted Learning*, 22(3), 197–206.
- Vince, R. (1998). Behind and Beyond Kolb's Learning Cycle. *Journal of Management Education*, 22(3), 304–319.
- Walker, G. & Johnson, N. (2008). Faculty Intentions to Use Components for Web-Enhanced Instruction. *International Journal on E-Learning*, 7(1), 133–152.
- Weisner, F. (1971). *Learning Profiles and Managerial Styles of Managers*. Unveröffentl. Magisterarbeit, Massachusetts Institute of Technology.
- Whitley, B. E. (1997). Gender differences in computer-related attitudes and behavior: A meta-analysis. *Computers in Human Behavior*, 13(1), 1–22.
- Willcoxon, L. & Prosser, M. (1996). Kolb's Learning Style Inventory (1985): review and further study of validity and reliability. *British Journal of Educational Psychology*, 66, 247–257.
- Witkin, H. A. (1962). *Psychological differentiation: studies of development*. New York, NY: Wiley.
- Witkin, H. A., Oltman, P. K., Raskin, E. & Karp, S. A. (1971). *A Manual for the Embedded Figures Tests*. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press.
- Wolf, C. (2002). *iWeaver: Towards an Interactive Web-Based Adaptive Learning Environment to Address Individual Learning Styles*. Abgerufen Januar 6, 2009, von <http://www.eurodl.org/materials/contrib/2002/2HTML/iWeaver.htm>.
- Wynne, B. (1975). *Abstraction, Reflection and Insight - Situation Coping Style Measurement Dimensions*. Working paper, University of Wisconsin, Milwaukee School of Business Administration. Milwaukee, WI.
- Yi, M. Y. & Davis, F. D. (2003). Developing and Validating an Observational Learning Model of Computer Software Training and Skill Acquisition. *Information Systems Research*, 14(2), 146–169.
- Zhang, D., Zhao, J. L., Zhou, L. & Nunamaker Jr, J. F. (2004). Can e-learning replace classroom learning? *Communications of the ACM*, 47(5), 75–79.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 2.1: Definitionsebenen der Adaptivität.....	20
Abb. 3.1: Zwiebelmodell der Lernstile (nach Curry 1987, Übersetzung RL).....	27
Abb. 3.2: Schnittpunkte der Lernstiltaxonomien nach Curry (1987) und Coffield et al. (2004).....	32
Abb. 5.1: Der Kreislauf des erfahrungsorientierten Lernens (nach Kolb 1984, S. 42, Übersetzung RL).....	47
Abb. 6.1: Observational Model of Computer Software Training (nach Yi & Davis 2003, S. 149).....	68
Abb. 6.2: Bezugssystem für Forschung zu Endnutzertrainings (nach Gupta & Bostrom 2006, S. 173).....	69
Abb. 7.1: Task-Technology-Fit-Modell (nach Goodhue 1995, S. 1830, Übersetzung RL).....	79
Abb. 7.2: Das Technology-Acceptance-Model (nach Venkatesh & Davis 2000, S. 188, Übersetzung RL).....	82
Abb. 7.3: Wissenmedien-Akzeptanzmodell (nach Simon 2001, S. 107).....	84
Abb. 10.1: Startseite der LiMux-Lernwelt.....	98
Abb. 10.2: Die Inhaltsübersicht der LiMux-Lernwelt in der Baumansicht.....	100
Abb. 10.3: Die Demonstration eines Lerninhalts in der LiMux-Lernwelt.....	100
Abb. 10.4: Eine Übungsaufgabe in der LiMux-Lernwelt.....	101
Abb. 10.5: Der Beginn einer Problemstellung in der LiMux-Lernwelt.....	102
Abb. 10.6: Beginn einer Simulation in der LiMux-Lernwelt.....	103
Abb. 10.7: Schema zur Entwicklung lernstilorientierter adaptiver Lernumgebungen.....	111
Abb. 11.1: Verteilung der Altersstufen bei der Gesamtstudie.....	121
Abb. 11.2: Verteilung der Altersstufen bei der Teilstudie LHM.....	121
Abb. 11.3: Altersverteilung bei der Teilstudie KU.....	122
Abb. 11.4: Schema der Untersuchungsgestaltung.....	134

Tabellenverzeichnis

Tab. 4.1: Matrix der Herangehensweisen ans Lernen (in Anlehnung an Biggs 1978, Übersetzung RL).....	38
Tab. 4.2: Kategorien der Herangehensweisen ans Lernen (in Anlehnung an Entwistle et al. 1979, S. 379, Übersetzung RL).....	41
Tab. 10.1: Basisversion der Lerneinheit „6.2.2.2. – Das Adressbuch aus dem LDAP-Verzeichnisdienst verwenden“.....	112
Tab. 10.2: Phasen im Lernkreislauf der Lerneinheit 6.2.2.2.....	112
Tab. 10.3: Texte der alternativen Versionen der Phase „Konkrete Erfahrung“ der Lerneinheit 6.2.2.2.....	113
Tab. 10.4: Texte der alternativen Versionen der Phase „Reflektierendes Beobachten“ der Lerneinheit 6.2.2.2.....	113
Tab. 10.5: Texte der alternativen Versionen der Phase „Abstrakte Konzeptionalisierung“ der Lerneinheit 6.2.2.2.....	114
Tab. 10.6: Texte der alternativen Versionen der Phase „Aktives Experimentieren“ der Lerneinheit 6.2.2.2.....	114
Tab. 10.7: Kurzform des didaktischen Designs der Lerneinheit 6.2.2.2. für den Divergierer....	115
Tab. 10.8: Kurzform des didaktischen Designs der Lerneinheit 6.2.2.2. für den Assimilierer. .	116
Tab. 10.9: Kurzform des didaktischen Designs der Lerneinheit 6.2.2.2. für den Konvergierer.	116
Tab. 10.10: Kurzform des didaktischen Designs der Lerneinheit 6.2.2.2. für den Akkommodierer.....	117
Tab. 11.1: Anzahl der Teilnehmer der beiden Teilstudien.....	119
Tab. 11.2: Verteilung der Geschlechter bei den Teilstudien.....	120
Tab. 11.3: Verteilung der Lernstile in den Teilstudien.....	122
Tab. 12.1: Zweifaktorielle Varianzanalyse mit den Faktoren „Zugehörigkeit zu Teilstudie“ und „Zugehörigkeit zu Untersuchungsgruppe“ zur Variable „Fehler in den Simulationen“.....	154
Tab. 12.2: Zweifaktorielle Varianzanalyse mit den Faktoren „Zugehörigkeit zu Teilstudie“ und „Zugehörigkeit zu Untersuchungsgruppe“ zur Variable „Wissenstest“.....	155
Tab. 12.3: Zweifaktorielle Varianzanalyse mit den Faktoren „Zugehörigkeit zu Teilstudie“ und „Zugehörigkeit zu Untersuchungsgruppe“ zur Variable „computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung“ gemessen in der Nachbefragung.....	156
Tab. 12.4: Zweifaktorielle Varianzanalyse mit den Faktoren „Zugehörigkeit zu Teilstudie“ und „Zugehörigkeit zu Untersuchungsgruppe“ zur Variable „Entwicklung der computerbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung“....	156
Tab. 12.5: Zweifaktorielle Varianzanalyse mit den Faktoren „Zugehörigkeit zu Teilstudie“ und „Zugehörigkeit zu Untersuchungsgruppe“ zur Variable „Computerangst“, in der Nachbefragung gemessen.....	157

Tab. 12.6: Zweifaktorielle Varianzanalyse mit den Faktoren „Zugehörigkeit zu Teilstudie“ und „Zugehörigkeit zu Untersuchungsgruppe“ zur Variable „Entwicklung der Computerangst“	158
--	-----

Anhang I – Erhebungsinstrument – Vorbefragung

Das vorliegende Instrument wurde innerhalb der Lernumgebung online ausgefüllt. Dabei wurde das Layout automatisch an das Erscheinungsbild der Lernumgebung angepasst. Dieses Layout hier zu reproduzieren ist nicht zweckmäßig und unterbleibt daher.

Soziodemografische Daten

0.1 Wie alt sind Sie?

*unter 20 | 21 – 25 | 26 -30 | 31 – 35 | 36 – 40 | 41 – 45 | 45 – 50 | 51 – 55 | 56 – 60
| 61 – 65 | über 66 – Bei Teilstudie KU: Freitext*

0.2 Ihr Geschlecht:

m/w

zusätzlich bei Teilstudie KU:

An welcher Hochschule sind Sie immatrikuliert?

Was ist Ihr Hauptfach?

In welchem Fachsemester studieren Sie?

Vorerfahrung

1. Ich habe bereits mit E-Mail Programmen wie Thunderbird oder Outlook gearbeitet.

trifft voll und ganz zu – trifft weitgehend zu – trifft eher zu – weder noch – trifft eher nicht zu – trifft weitgehend nicht zu – trifft überhaupt nicht zu

2. Ich benutze Computer nur ungern, weil ich befürchte Fehler zu machen, die ich nicht rückgängig machen kann.

trifft voll und ganz zu – trifft weitgehend zu – trifft eher zu – weder noch – trifft eher nicht zu – trifft weitgehend nicht zu – trifft überhaupt nicht zu

3. Ich hege Bedenken gegenüber der Nutzung von Computern.

trifft voll und ganz zu – trifft weitgehend zu – trifft eher zu – weder noch – trifft eher nicht zu – trifft weitgehend nicht zu – trifft überhaupt nicht zu

4. Ich weiß nicht, was Thunderbird ist.

trifft voll und ganz zu – trifft weitgehend zu – trifft eher zu – weder noch – trifft eher nicht zu – trifft weitgehend nicht zu – trifft überhaupt nicht zu

5. Ich habe es bisher, wenn es mir möglich war, vermieden Computer zu benutzen, weil Computer auf mich fremd und einschüchternd wirken.

trifft voll und ganz zu – trifft weitgehend zu – trifft eher zu – weder noch – trifft eher nicht zu – trifft weitgehend nicht zu – trifft überhaupt nicht zu

6. Ich kenne mich sehr gut mit E-Mail Programmen aus.

trifft voll und ganz zu – trifft weitgehend zu – trifft eher zu – weder noch – trifft eher nicht zu – trifft weitgehend nicht zu – trifft überhaupt nicht zu

7. Der Gedanke, dass ich an einem Computer durch einen einzigen Tastendruck große Datenmengen vernichten kann beängstigt mich

trifft voll und ganz zu – trifft weitgehend zu – trifft eher zu – weder noch – trifft eher nicht zu – trifft weitgehend nicht zu – trifft überhaupt nicht zu

Erwartungen

Ich glaube, ich kann mit Thunderbird arbeiten, ...

8. ... wenn niemand in der Nähe ist, der mir erklärt wie das geht.

trifft voll und ganz zu – trifft weitgehend zu – trifft eher zu – weder noch – trifft eher nicht zu – trifft weitgehend nicht zu – trifft überhaupt nicht zu

9. ... wenn ich als Hilfquelle nur ein Handbuch zur Verfügung habe.

trifft voll und ganz zu – trifft weitgehend zu – trifft eher zu – weder noch – trifft eher nicht zu – trifft weitgehend nicht zu – trifft überhaupt nicht zu

10. ... wenn ich weiß, dass ich jemanden zur Hilfe rufen kann, wenn ich Probleme habe.

trifft voll und ganz zu – trifft weitgehend zu – trifft eher zu – weder noch – trifft eher nicht zu – trifft weitgehend nicht zu – trifft überhaupt nicht zu

11. ... wenn ich für die Erledigung der Aufgaben die ich bearbeiten muss, sehr viel Zeit habe.

trifft voll und ganz zu – trifft weitgehend zu – trifft eher zu – weder noch – trifft eher nicht zu – trifft weitgehend nicht zu – trifft überhaupt nicht zu

12.wenn ich nur die eingebaute Hilfefunktion zur Verfügung habe.

trifft voll und ganz zu – trifft weitgehend zu – trifft eher zu – weder noch – trifft eher nicht zu – trifft weitgehend nicht zu – trifft überhaupt nicht zu

Ich glaube, ich könnte in Thunderbird, ...

13. ... Adressen aus dem LDAP-Verzeichnisdienst (der LDAP – Verzeichnisdienst wird auch als städtisches Adressbuch bezeichnet) verwenden.

trifft voll und ganz zu – trifft weitgehend zu – trifft eher zu – weder noch – trifft eher nicht zu – trifft weitgehend nicht zu – trifft überhaupt nicht zu

14. ... eine Signatur an meine Mails anfügen.

trifft voll und ganz zu – trifft weitgehend zu – trifft eher zu – weder noch – trifft eher nicht zu – trifft weitgehend nicht zu – trifft überhaupt nicht zu

15. ... die Aufgaben, die ich für meine Stelle bewältigen muss, erfüllen.

trifft voll und ganz zu – trifft weitgehend zu – trifft eher zu – weder noch – trifft eher nicht zu – trifft weitgehend nicht zu – trifft überhaupt nicht zu

16. ... eine eigene Ordnerstruktur erstellen.

trifft voll und ganz zu – trifft weitgehend zu – trifft eher zu – weder noch – trifft eher nicht zu – trifft weitgehend nicht zu – trifft überhaupt nicht zu

17. ... Filterregeln definieren.

trifft voll und ganz zu – trifft weitgehend zu – trifft eher zu – weder noch – trifft eher nicht zu – trifft weitgehend nicht zu – trifft überhaupt nicht zu

Lernstiltest

Bitte lesen Sie alle Aussagen (1-40) und kennzeichnen Sie diese dann spontan mit einem Klick „trifft zu“ oder „trifft nicht zu“.

Bitte lassen Sie keine Aussagen aus, da das Testergebnis dadurch verfälscht wird.

1. Beim Lernen gehe ich meistens intuitiv vor (d. h. ich verlasse mich bei der Auswahl der Lernmittel auf mein Bauchgefühl).

trifft zu – trifft nicht zu

2. In Lerngruppen beobachte ich die anderen Gesprächsteilnehmer/-innen sehr genau.

trifft zu – trifft nicht zu

3. Beim Lernen reagiere ich SELTEN gefühlsmäßig.

trifft zu – trifft nicht zu

4. Ich bevorzuge Themen, mit denen ich mich eher auf einer rationalen als auf einer emotionalen Ebene auseinander setzen kann.

trifft zu – trifft nicht zu

5. Wenn ich von einer Idee oder Herangehensweise höre, probiere ich sofort, sie in die Praxis umzusetzen.

trifft zu – trifft nicht zu

6. Ich lerne am besten durch Beobachten.

trifft zu – trifft nicht zu

7. Ich mag es, wenn Diskussionen in Arbeitsgruppen zum raschen Handeln führen.

trifft zu – trifft nicht zu

8. Ich lerne am besten anhand konkreter Beispiele.

trifft zu – trifft nicht zu

9. Theoretisches Hintergrundwissen interessiert mich NICHT besonders beim Lernen.

trifft zu – trifft nicht zu

10. Lerninhalte beurteile ich nach ihrem praktischen Nutzen für mich.

trifft zu – trifft nicht zu

11. Wie ich zu einem Ergebnis komme, ist mir egal – Hauptsache es funktioniert.

trifft zu – trifft nicht zu

12. Ich betrachte ein Problem von vielen verschiedenen Seiten, bevor ich handle.

trifft zu – trifft nicht zu

13. Ich mag Seminare, die einem strengen logischen Aufbau folgen.

trifft zu – trifft nicht zu

14. Um zügiger voranzukommen, betrachte ich beim Lernen NICHT immer alle Aspekte einer Sache.

trifft zu – trifft nicht zu

15. Beim Lösen von Aufgaben gehe ich analytisch vor, indem ich sie systematisch in ihre Einzelteile zerlege.

trifft zu – trifft nicht zu

16. Beim Lernen bin ich immer gefühlsmäßig beteiligt.

trifft zu – trifft nicht zu

17. Lernen lohnt sich für mich nur, wenn es mir einen praktischen Nutzen bringt.

trifft zu – trifft nicht zu

18. Ich rede beim Lernen nur UNGERN mit anderen über meine Ideen und Meinungen.

trifft zu – trifft nicht zu

19. Bevor ich mich für ein Thema, zu dem ich im Rahmen einer Fortbildung einen Vortrag (Teilstudie KU; im Rahmen eines Seminars ein Referat) halte, entscheide, betrachte ich viele verschiedene Alternativen.

trifft zu – trifft nicht zu

20. Beim Lernen finde ich neue und ungewöhnliche Erfahrungen sehr reizvoll.

trifft zu – trifft nicht zu

21. Es fällt mir beim Lernen SCHWER, systematisch Schritt für Schritt vorzugehen.

trifft zu – trifft nicht zu

22. Beim Lernen bevorzuge ich die Auseinandersetzung mit abstrakten Theorien.

trifft zu – trifft nicht zu

23. Ich VERMEIDE es, unreflektiert Entscheidungen zu treffen.

trifft zu – trifft nicht zu

24. Komplizierte Abläufe verstehe ich am besten, wenn ich sie selber ausprobieren kann.

trifft zu – trifft nicht zu

25. Ich beobachte mein Vorgehen beim Lernen sehr genau, z. B. durch Schreiben eines Lerntagebuchs.

trifft zu – trifft nicht zu

26.Bei Gruppenarbeiten höre ich lieber zu, statt selber zu reden.

trifft zu – trifft nicht zu

27.Bei der Entscheidung für ein Thema, zu dem ich im Rahmen einer Fortbildung einen Vortrag (Teilstudie KU: im Rahmen eines Seminars ein Referat) halte, gehe, ich sehr rational vor.

trifft zu – trifft nicht zu

28.Ich lerne lieber mit anderen zusammen als allein.

trifft zu – trifft nicht zu

29.Es ist mir wichtig, meine Argumente auf theoretische Erkenntnisse zu beziehen.

trifft zu – trifft nicht zu

30.Ich bin praktisch veranlagt.

trifft zu – trifft nicht zu

31.Ich mag es, beim Lernen vollständig in eine konkrete Situation einzutauchen und mich in diese hineinzuversetzen.

trifft zu – trifft nicht zu

32.Wenn ich neue Lernmethoden ausprobiere, bin ich bereit, schlechtere Ergebnisse zu akzeptieren.

trifft zu – trifft nicht zu

33.Ich mag es gar NICHT, neue Dinge auszuprobieren.

trifft zu – trifft nicht zu

34.Bei der Bewertung von Dingen und Personen gehe ich möglichst rational vor.

trifft zu – trifft nicht zu

35.Bei der Lösung von Lernaufgaben verlasse ich mich auf meine Intuition.

trifft zu – trifft nicht zu

36.Beim Lernen ist mir wichtig, selbst aktiv handeln zu können.

trifft zu – trifft nicht zu

37.Komplizierte Abläufe werden für mich nachvollziehbar, wenn ich sie aus verschiedenen Perspektiven betrachten kann.

trifft zu – trifft nicht zu

38.In Diskussionen in Lerngruppen argumentiere ich logisch und rational.

trifft zu – trifft nicht zu

39.Beim Einsatz von Lernmethoden gehe ich sehr reflektiert vor.

trifft zu – trifft nicht zu

40.Ich lerne am besten, wenn ich gefühlsmäßig stark involviert bin.

trifft zu – trifft nicht zu

Anhang II – Erhebungsinstrument – Nachbefragung

Das vorliegende Instrument wurde innerhalb der Lernumgebung online ausgefüllt. Dabei wurde das Layout automatisch an das Erscheinungsbild der Lernumgebung angepasst. Dieses Layout hier zu reproduzieren ist nicht zweckmäßig und unterbleibt daher. Im Wissenstest sind zur besseren Orientierung die richtigen Antworten fett hervorgehoben. In der Studie war dies nicht der Fall.

Allgemeine Fragen

Ich glaube, ich kann jetzt mit Thunderbird arbeiten, ...

1. ... wenn niemand in der Nähe ist, der mir erklärt wie das geht.

trifft voll und ganz zu – trifft weitgehend zu – trifft eher zu – weder noch – trifft eher nicht zu – trifft weitgehend nicht zu – trifft überhaupt nicht zu

2. ... wenn ich als Hilfequelle nur ein Handbuch zur Verfügung habe.

trifft voll und ganz zu – trifft weitgehend zu – trifft eher zu – weder noch – trifft eher nicht zu – trifft weitgehend nicht zu – trifft überhaupt nicht zu

3.wenn ich weiß, dass ich jemanden zur Hilfe rufen kann, wenn ich Probleme habe.

trifft voll und ganz zu – trifft weitgehend zu – trifft eher zu – weder noch – trifft eher nicht zu – trifft weitgehend nicht zu – trifft überhaupt nicht zu

4.wenn ich nur die eingebaute Hilfefunktion zur Verfügung habe.

trifft voll und ganz zu – trifft weitgehend zu – trifft eher zu – weder noch – trifft eher nicht zu – trifft weitgehend nicht zu – trifft überhaupt nicht zu

5. ... wenn ich für die Erledigung der Aufgaben die ich bearbeiten muss, sehr viel Zeit habe.

trifft voll und ganz zu – trifft weitgehend zu – trifft eher zu – weder noch – trifft eher nicht zu – trifft weitgehend nicht zu – trifft überhaupt nicht zu

Ich glaube, ich kann jetzt in Thunderbird, ...

6. ... die Aufgaben, die ich für meine Stelle bewältigen muss, erfüllen.

trifft voll und ganz zu – trifft weitgehend zu – trifft eher zu – weder noch – trifft eher nicht zu – trifft weitgehend nicht zu – trifft überhaupt nicht zu

7. ... Adressen aus dem LDAP-Verzeichnisdienst verwenden.

trifft voll und ganz zu – trifft weitgehend zu – trifft eher zu – weder noch – trifft eher nicht zu – trifft weitgehend nicht zu – trifft überhaupt nicht zu

8. ... Filterregeln definieren.

trifft voll und ganz zu – trifft weitgehend zu – trifft eher zu – weder noch – trifft eher nicht zu – trifft weitgehend nicht zu – trifft überhaupt nicht zu

9. eine Signatur an meine Mails anfügen.

trifft voll und ganz zu – trifft weitgehend zu – trifft eher zu – weder noch – trifft eher nicht zu – trifft weitgehend nicht zu – trifft überhaupt nicht zu

10. ... eine eigene Ordnerstruktur erstellen.

trifft voll und ganz zu – trifft weitgehend zu – trifft eher zu – weder noch – trifft eher nicht zu – trifft weitgehend nicht zu – trifft überhaupt nicht zu

11. Ich schätze meinen Zeitaufwand für die Bearbeitung dieser Lektion ungefähr auf (Angabe in Minuten):

12. Ich habe es bisher, wenn es mir möglich war, vermieden Computer zu benutzen, weil Computer auf mich fremd und einschüchternd wirken.

trifft voll und ganz zu – trifft weitgehend zu – trifft eher zu – weder noch – trifft eher nicht zu – trifft weitgehend nicht zu – trifft überhaupt nicht zu

13. Während dieser Lerneinheit konnte ich meinen Lernprozess selbst steuern.

trifft voll und ganz zu – trifft weitgehend zu – trifft eher zu – weder noch – trifft eher nicht zu – trifft weitgehend nicht zu – trifft überhaupt nicht zu

14. Ich finde die Teilnahme an dieser Lerneinheit für meine Tätigkeit.

sehr negativ – negativ – eher negativ – weder noch – eher positiv – positiv – sehr positiv

15. Ich benutze Computer nur ungern, weil ich befürchte, Fehler zu machen, die ich nicht rückgängig machen kann.

trifft voll und ganz zu – trifft weitgehend zu – trifft eher zu – weder noch – trifft eher nicht zu – trifft weitgehend nicht zu – trifft überhaupt nicht zu

16. Die Bedienung der Lernwelt war an meine Fähigkeiten angepasst.

trifft voll und ganz zu – trifft weitgehend zu – trifft eher zu – weder noch – trifft eher nicht zu – trifft weitgehend nicht zu – trifft überhaupt nicht zu

17. Durch die Lerneinheit wurde mir ein zeitlich flexibles Lernen ermöglicht.

trifft voll und ganz zu – trifft weitgehend zu – trifft eher zu – weder noch – trifft eher nicht zu – trifft weitgehend nicht zu – trifft überhaupt nicht zu

18. Ich finde die Teilnahme an dieser Lerneinheit für meine Tätigkeit.

sehr nachteilig – nachteilig – eher nachteilig -weder noch eher vorteilhaft -vorteilhaft – sehr vorteilhaft

19. Beim Lernen in dieser Lerneinheit fühlte ich mich kompetent.

trifft voll und ganz zu – trifft weitgehend zu – trifft eher zu – weder noch – trifft eher nicht zu – trifft weitgehend nicht zu – trifft überhaupt nicht zu

20. Ich finde die Teilnahme an dieser Lerneinheit für meine Tätigkeit.

sehr gut – gut – eher gut – weder noch – eher schlecht – schlecht – sehr schlecht

21. Die Lerneinheit trifft genau auf mein individuelles Lernbedürfnis zu.

trifft voll und ganz zu – trifft weitgehend zu – trifft eher zu – weder noch – trifft eher nicht zu – trifft weitgehend nicht zu – trifft überhaupt nicht zu

22. Ich konnte die Aufgaben leicht bearbeiten.

trifft voll und ganz zu – trifft weitgehend zu – trifft eher zu – weder noch – trifft eher nicht zu – trifft weitgehend nicht zu – trifft überhaupt nicht zu

23. Der Gedanke, dass ich an einem Computer durch einen einzigen Tastendruck große Datenmengen vernichten kann, beängstigt mich.

trifft voll und ganz zu – trifft weitgehend zu – trifft eher zu – weder noch – trifft eher nicht zu – trifft weitgehend nicht zu – trifft überhaupt nicht zu

24. Die Inhalte der Lerneinheit waren schwer zu verstehen.

trifft voll und ganz zu – trifft weitgehend zu – trifft eher zu – weder noch – trifft eher nicht zu – trifft weitgehend nicht zu – trifft überhaupt nicht zu

25. Die Lerneinheit macht mir einen Eindruck, als ob sie für eine große Masse identitätsloser Menschen gemacht wäre.

trifft voll und ganz zu – trifft weitgehend zu – trifft eher zu – weder noch – trifft eher nicht zu – trifft weitgehend nicht zu – trifft überhaupt nicht zu

26. Ich finde die Teilnahme an dieser Lerneinheit für meine Tätigkeit.

sehr sinnvoll – sinnvoll – eher sinnvoll – weder noch – eher sinnlos – sinnlos – sehr sinnlos

27. Ich konnte mit höchstens drei Klicks jeden Bereich der Lernwelt erreichen.

trifft voll und ganz zu – trifft weitgehend zu – trifft eher zu – weder noch – trifft eher nicht zu – trifft weitgehend nicht zu – trifft überhaupt nicht zu

28. Ich konnte bei dieser Lerneinheit mein eigenes Lerntempo wählen.

trifft voll und ganz zu – trifft weitgehend zu – trifft eher zu – weder noch – trifft eher nicht zu – trifft weitgehend nicht zu – trifft überhaupt nicht zu

29. Bei dieser Lerneinheit war das Lernen an meine Bedürfnisse angepasst.

trifft voll und ganz zu – trifft weitgehend zu – trifft eher zu – weder noch – trifft eher nicht zu – trifft weitgehend nicht zu – trifft überhaupt nicht zu

30. Ich fand, dass es bei dieser Lerneinheit unterschiedliche Schwierigkeitsgrade für unterschiedliche Bedürfnisse der Lernenden gab.

trifft voll und ganz zu – trifft weitgehend zu – trifft eher zu – weder noch – trifft eher nicht zu – trifft weitgehend nicht zu – trifft überhaupt nicht zu

31. Ich hätte es gut gefunden, wenn es für die zu bearbeitenden Aufgaben Zeitempfehlungen gegeben hätte.

trifft voll und ganz zu – trifft weitgehend zu – trifft eher zu – weder noch – trifft eher nicht zu – trifft weitgehend nicht zu – trifft überhaupt nicht zu

32. Ich konnte die Texte dieser Lerneinheit leicht verstehen.

trifft voll und ganz zu – trifft weitgehend zu – trifft eher zu – weder noch – trifft eher nicht zu – trifft weitgehend nicht zu – trifft überhaupt nicht zu

33. Ich hätte besser lernen können, wenn diese Lerneinheit meine individuellen Vorlieben berücksichtigt hätte.

trifft voll und ganz zu – trifft weitgehend zu – trifft eher zu – weder noch – trifft eher nicht zu – trifft weitgehend nicht zu – trifft überhaupt nicht zu

34. Ich hege Bedenken gegenüber der Nutzung von Computern.

trifft voll und ganz zu – trifft weitgehend zu – trifft eher zu – weder noch – trifft eher nicht zu – trifft weitgehend nicht zu – trifft überhaupt nicht zu

Wissenstest

1. Der LDAP – Verzeichnisdienst der Stadt München ist vergleichbar mit:
a) einem Veranstaltungskalender b) einem virtuellen Postamt c) dem internen Telefonbuch der LHM d) einer virtuellen Festplatte
2. Eine Signatur fügt man in Thunderbird ein, indem man
a) in den Kontoeinstellungen eine Textdatei mit den entsprechenden Inhalten einbindet b) die Inhalte in den allgemeinen Optionen in ein Dialogfeld einträgt c) im LDAP-Verzeichnisdienst die Option Signatur aktiviert d) eine Signatur kann nur vom Systemadministrator eingerichtet werden
3. Wenn Sie darüber informiert werden wollen, ob der Adressat einer E-Mail diese erhalten hat ...
a) müssen Sie warten, bis er Ihnen antwortet b) können Sie eine Empfangsbestätigung anfordern c) benötigen Sie eine Signatur d) müssen Sie der Nachricht das entsprechende Etikett zuweisen
4. Wie wird das Verkleinern von Ordnern um Speicherplatz zu sparen genannt?
a) kombinieren b) komprimieren c) kompilieren d) koordinieren
5. Das Etikettieren von Nachrichten ...
a) teilt dem Absender mit, dass ich die Mail gelesen habe b) spart Speicherplatz c) verhindert unerwünschte Nachrichten (sog. SPAM) d) erleichtert die Sortierung
6. Die Suchabfrage „Absender“ „ist nicht“ „Maier“ findet alle Mails ...
a) deren Absender nicht Maier heißen b) deren Absenderfeld nicht exakt Maier enthalten c) deren Absender weder den Namen Maier haben, noch Namenskombinationen mit „Maier“ enthalten d) deren Absender Maier heißen
7. Wenn Sie die Suchkriterien „Betreff“ „enthält“ „Protokoll“ und „Alter in Tagen“ „ist kleiner als“ „10“ mit der Option „mindestens eine der folgenden Bedingungen erfüllen“ ausführen erhalten Sie
a) alle Mails, die „Protokoll“ im Betreff haben oder älter als 10 Tage sind b) alle Mails, die „Protokoll“ im Betreff haben oder jünger als 10 Tage sind c) alle Mails, die „Protokoll“ im Betreff haben und jünger als 10 Tage sind d) alle Mails, die „Protokoll“ im Betreff haben oder älter als 10 Tage sind

8. Was enthält ein virtueller Ordner?

- a) nicht versandte Mail b) Adressen aus Verteilern c) das stets aktualisierte Ergebnis einer Suchabfrage d) Mails, die der Nutzer dorthin kopiert hat

9. Welche der folgenden Aussagen trifft NICHT auf Filter zu?

- a) Sie helfen dabei, eingehende Mails zu sortieren b) Sie können nacheinander durchgeführt werden c) Sie können mehr als ein Suchkriterium verarbeiten d) Sie bereinigen den Papierkorb

10. Um die Mails im Posteingang nach Ihrem Eingangsdatum zu sortieren,

- a) müssen Sie eine entsprechende Filterregel anlegen b) benötigen Sie einen virtuellen Ordner mit einer entsprechenden Suchabfrage c) müssen Sie die Spalte Datum eingeblendet und mit einem Klick als Sortierkriterium gewählt haben d) benötigen Sie ein sog. Add-In

Anhang III – Datentabellen

Im Folgenden sind die Daten zu Mittelwertsvergleichen mit ¹ gekennzeichnet, wenn ein T-Test für unabhängige Stichproben mit homogenen Varianzen durchgeführt wurde, wenn ein T-Test für unabhängige Stichproben mit inhomogenen Varianzen verwendet wurde, ist der entsprechende Datensatz mit ² gekennzeichnet.

Datentabellen zu Fragestellung 1

(H1₁) Die Lernenden, die mit der adaptiven Lernumgebung zu Thunderbird arbeiten, schätzen die Qualität der Lernumgebung höher ein, als die Lernenden, die mit einer Lernumgebung arbeiten, die nicht adaptiv ist.

Qualitätseinschätzung	Treatmentgruppe	Kontrollgruppe	<i>U/t</i>	<i>p</i>	<i>d</i>
	<i>̄x</i>	<i>SD</i>	<i>̄x</i>	<i>SD</i>	
Gesamtstudie	0,68	0,24	0,75	0,19	<i>U</i> = 1836,00
Teilstudie LHM	0,79	0,23	0,81	0,15	<i>U</i> = 376,00
Teilstudie KU	0,61	0,22	0,71	0,20	<i>U</i> = 509,00 <i>p</i> < .05

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen der Gesamtstudie und der beiden Teilstudien für die Variable „Qualitätseinschätzung“

Qualitätseinschätzung	Treatmentgruppe	Kontrollgruppe	<i>U/t</i>	<i>p</i>	<i>d</i>
	<i>̄x</i>	<i>SD</i>	<i>̄x</i>	<i>SD</i>	
Divergierer¹	0,65	0,23	0,71	0,19	<i>t₁₈</i> = -0,65
Assimilierer	0,80	0,26	0,76	0,18	<i>U</i> = 51,50
Konvergierer¹	0,70	0,21	0,80	0,13	<i>t₁₈</i> = -0,82
Akkommodierer	0,65	0,24	0,73	0,21	<i>U</i> = 331,00
Konkrete Erfahrung	0,65	0,24	0,73	0,21	<i>U</i> = 604,50
Abstr. Konzeptionalisieren	0,75	0,23	0,79	0,15	<i>U</i> = 349,50

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen nach Lernstilgruppen der Gesamtstudie für die Variable „Qualitätseinschätzung“

Qualitätseinschätzung	Treatmentgruppe	Kontrollgruppe	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	U/t	p	d
Divergierer			0,61	0,44	0,53	0,39	U = 2,00	n.s.	0,19
Assimilierer			0,94	0,07	0,89	0,96	U = 5,00	n.s.	0,07
Konvergierer¹			0,82	0,13	0,79	0,14	t ₁₄ = 0,42	n.s.	0,22
Akkommodierer			0,74	0,25	0,84	0,14	U = 59,00	n.s.	0,49
Konkrete Erfahrung			0,71	0,28	0,80	0,17	U = 95,50	n.s.	0,39
Abstr.			0,75	0,23	0,79	0,15	t ₂₃ = 1,23	n.s.	0,21
Konzeptionalisieren¹									

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen nach Lernstilgruppen der Teilstudie LHM für die Variable „Qualitätseinschätzung“

Qualitätseinschätzung	Treatmentgruppe	Kontrollgruppe	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	U/t	p	d
Divergierer¹			0,66	0,14	0,76	0,19	t ₁₃ = -1,19	n.s.	0,60
Assimilierer²			0,62	0,30	0,72	0,18	t _{5,76} = -0,63	n.s.	0,40
Konvergierer²			0,56	0,21	0,82	0,13	t _{7,58} = -2,68	p < .05	1,49
Akkommodierer¹			0,74	0,25	0,84	0,14	t ₃₀ = -0,27	n.s.	0,49
Konkrete Erfahrung¹			0,61	0,21	0,67	0,22	t ₄₅ = -0,85	n.s.	0,28
Abstr.			0,59	0,24	0,77	0,16	t _{15,54} = 0,42	p < .05	0,88
Konzeptionalisieren²									

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen nach Lernstilgruppen der Teilstudie KU für die Variable „Qualitätseinschätzung“

(H2₁) Die Lernenden, die mit der adaptiven Lernumgebung zu Thunderbird arbeiten, schätzen die Individualisierung der Lernumgebung höher ein, als die Lernenden, die mit einer Lernumgebung arbeiten, die nicht adaptiv ist.

Individualisierung	Treatmentgruppe	Kontrollgruppe	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	U/t	p	d
Gesamtstudie¹			0,66	0,21	0,67	0,18	t ₁₃₀ = -0,498	n.s.	0,05
Teilstudie LHM			0,78	0,19	0,74	0,15	U = 314,50	n.s.	0,23
Teilstudie KU¹			0,56	0,17	0,62	0,19	t ₇₄ = 1,44	n.s.	0,33

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen der Gesamtstudie für die Variable „Individualisierung“

Individualisierung	Treatmentgruppe		Kontrollgruppe		<i>U/t</i>	<i>p</i>	<i>d</i>
	\bar{x}	<i>SD</i>	\bar{x}	<i>SD</i>			
Divergierer¹	0,63	0,20	0,61	0,18	$t_{18} = -0,25$	n.s.	0,11
Assimilierer¹	0,74	0,27	0,63	0,19	$t_{21} = -1,19$	n.s.	0,47
Konvergierer¹	0,73	0,15	0,74	0,15	$t_{29} = 0,165$	n.s.	0,07
Akkommodierer¹	0,60	0,20	0,67	0,19	$t_{56} = 1,26$	n.s.	0,36
Konkrete Erfahrung¹	0,61	0,20	0,65	0,19	$t_{76} = 0,99$	n.s.	0,21
Abstr. Konzeptionalisieren	0,74	0,21	0,70	0,17	$U = 300,50$	n.s.	0,21

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen nach Lernstilgruppen der Gesamtstudie für die Variable „Individualisierung“

Individualisierung	Treatmentgruppe		Kontrollgruppe		<i>U/t</i>	<i>p</i>	<i>d</i>
	\bar{x}	<i>SD</i>	\bar{x}	<i>SD</i>			
Divergierer	0,70	0,28	0,58	0,18	$U = 2,00$	n.s.	0,51
Assimilierer	0,92	0,07	0,75	0,11	$U = 1,50$	$p < .05$	1,84
Konvergierer¹	0,79	0,17	0,77	0,15	$t_{14} = -0,21$	n.s.	0,12
Akkommodierer	0,74	0,20	0,75	0,16	$U = 76,50$	n.s.	0,06
Konkrete Erfahrung	0,73	0,21	0,73	0,17	$U = 105,50$	n.s.	0,00
Abstr. Konzeptionalisieren	0,85	0,15	0,76	0,14	$U = 49,50$	n.s.	0,62

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen nach Lernstilgruppen der Teilstudie LHM für die Variable „Individualisierung“

Individualisierung	Treatmentgruppe		Kontrollgruppe		<i>U/t</i>	<i>p</i>	<i>d</i>
	\bar{x}	<i>SD</i>	\bar{x}	<i>SD</i>			
Divergierer²	0,61	0,18	0,62	0,19	$t_{12,25} = 0,10$	n.s.	0,05
Assimilierer¹	0,53	0,26	0,58	0,19	$t_{12} = -0,48$	n.s.	0,22
Konvergierer¹	0,67	0,11	0,72	0,15	$t_{13} = -0,61$	n.s.	0,38
Akkommodierer¹	0,52	0,15	0,58	0,20	$t_{30} = 1,08$	n.s.	0,34
Konkrete Erfahrung¹	0,55	0,16	0,60	0,19	$t_{45} = 1,00$	n.s.	0,28
Abstr. Konzeptionalisieren²	0,61	0,20	0,65	0,18	$t_{27} = 0,62$	n.s.	0,21

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen nach Lernstilgruppen der Teilstudie KU für die Variable „Individualisierung“

(H3₁) Die Lernenden, die mit der adaptiven Lernumgebung zu Thunderbird arbeiten, schätzen die Schwierigkeit der Bearbeitung der Lernumgebung geringer ein, als die Lernenden, die mit einer Lernumgebung arbeiten, die nicht adaptiv ist.

Schwierigkeit	Treatmentgruppe		Kontrollgruppe		<i>U/t</i>	p	d
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD			
Gesamtstudie	0,17	0,15	0,16	0,14	$U = 2007,00$	n.s.	0,07
Teilstudie LHM	0,15	0,14	0,12	0,15	$U = 314,50$	n.s.	0,21
Teilstudie KU	0,19	0,16	0,18	0,14	$U = 711,00$	n.s.	0,07

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen der Gesamtstudie und der beiden Teilstudien für die Variable „Schwierigkeit“

Schwierigkeit	Treatmentgruppe		Kontrollgruppe		<i>U/t</i>	p	d
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD			
Divergierer	0,16	0,15	0,20	0,18	$U = 42,00$	n.s.	0,24
Assimilierer	0,16	0,15	0,19	0,18	$U = 61,50$	n.s.	0,18
Konvergierer²	0,15	0,09	0,12	0,13	$t_{29} = -0,59$	n.s.	0,27
Akkommodierer	0,20	0,17	0,14	0,12	$U = 342,50$	n.s.	0,41
Konkrete Erfahrung	0,19	0,17	0,16	0,14	$U = 679,00$	n.s.	0,19
Abstr. Konzeptionalisieren	0,15	0,12	0,15	0,15	$U = 334,50$	n.s.	0,00

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen nach Lernstilgruppen der Gesamtstudie für die Variable „Schwierigkeit“

Schwierigkeit	Treatmentgruppe		Kontrollgruppe		<i>U/t</i>	p	d
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD			
Divergierer	0,17	0,14	0,42	0,24	$U = 1,00$	n.s.	1,27
Assimilierer	0,08	0,11	0,18	0,17	$U = 6,00$	n.s.	0,70
Konvergierer	0,17	0,10	0,09	0,15	$U = 16,50$	n.s.	0,63
Akkommodierer²	0,18	0,17	0,09	0,08	$t_{15} = -1,76$	n.s.	0,68
Konkrete Erfahrung	0,18	0,16	0,13	0,15	$U = 91,00$	n.s.	0,32
Abstr. Konzeptionalisieren	0,13	0,11	0,12	0,15	$U = 66,00$	n.s.	0,08

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen nach Lernstilgruppen der Teilstudie LHM für die Variable „Schwierigkeit“

Schwierigkeit	Treatmentgruppe		Kontrollgruppe		<i>U/t</i>	p	d
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD			
Divergierer	0,16	0,16	0,14	0,12	U = 27,00	n.s.	0,14
Assimilierer¹	0,25	0,14	0,20	0,19	$t_{12} = -0,53$	n.s.	0,30
Konvergierer¹	0,13	0,08	0,15	0,10	$t_{13} = 0,57$	n.s.	0,22
Akkommodierer	0,21	0,18	0,21	0,13	U = 112,00	n.s.	0,00
Konkrete Erfahrung	0,19	0,17	0,18	0,13	U = 269,00	n.s.	0,07
Abstr. Konzeptionalisieren¹	0,18	0,13	0,18	0,15	$t_{27} = -0,11$	n.s.	0,00

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen nach Lernstilgruppen der Teilstudie KU für die Variable „Schwierigkeit“

Datentabellen zu Fragestellung 2

(H4₁) Die Lernenden, die mit der adaptiven Lernumgebung zu Thunderbird arbeiten, machen weniger Fehler bei den Simulationen, als Lernende, die mit einer nicht-adaptiven Lernumgebung arbeiten.

Fehler in Simulationen Treatmentgruppe Kontrollgruppe

	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	<i>U/t</i>	p	d
Gesamtstudie	7,48	7,78	6,74	7,14	U = 2108,00	n.s.	0,10
Teilstudie LHM	11,46	6,92	6,75	5,54	U = 227,50	p < .05	0,75
Teilstudie KU	4,55	7,12	6,74	8,19	U = 588,00	n.s.	0,29

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen der Gesamtstudie und der Teilstudien für die Variable „Fehler in den Simulationen“

Fehler in Simulationen Treatmentgruppe Kontrollgruppe

	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	<i>U/t</i>	p	d
Divergierer	5,18	4,56	6,44	7,70	U = 48,50	n.s.	0,20
Assimilierer	6,36	5,82	9,50	9,52	U = 55,00	n.s.	0,40
Konvergierer	10,31	10,32	6,94	8,38	U = 94,50	n.s.	0,36
Akkommodierer	7,52	8,03	5,48	4,44	U = 398,50	n.s.	0,31
Konkrete Erfahrung	6,90	7,31	5,72	5,33	U = 729,50	n.s.	0,18
Abstr. Konzeptionalisieren	8,50	8,62	7,97	8,78	U = 341,00	n.s.	0,06

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen nach Lernstilgruppen der Gesamtstudie für die Variable „Fehler in den Simulationen“

Fehler in Simulationen Treatmentgruppe Kontrollgruppe

	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	U/t	p	d
Divergierer	9,00	4,00	18,50	2,12	$U = 0,00$	n.s.	2,97
Assimilierer	9,50	5,17	12,33	8,96	$U = 5,50$	n.s.	0,39
Konvergierer¹	9,86	6,64	5,00	4,18	$t_{14} = 1,79$	n.s.	0,88
Akkommodierer	14,00	8,11	5,00	2,53	$U = 26,50$	$p < .05$	1,50
Konkrete Erfahrung	13,00	7,64	6,69	5,21	$U = 57,50$	$p < .05$	0,96
Abstr. Konzeptionalisieren¹	9,69	5,77	6,83	6,19	$t_{23} = 1,20$	n.s.	0,48

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen nach Lernstilgruppen der Teilstudie LHM für die Variable „Fehler in den Simulationen“

Fehler in Simulationen Treatmentgruppe Kontrollgruppe

	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	U/t	p	d
Divergierer	3,75	4,06	3,00	4,00	$U = 24,00$	n.s.	0,19
Assimilierer	2,60	4,34	8,56	10,03	$U = 14,00$	n.s.	0,77
Konvergierer	10,83	14,20	8,89	11,10	$U = 26,50$	n.s.	0,15
Akkommodierer	3,42	4,65	6,00	5,93	$U = 87,00$	n.s.	0,48
Konkrete Erfahrung	3,52	4,41	4,95	5,42	$U = 230,50$	n.s.	0,29
Abstr. Konzeptionalisieren	7,09	11,27	8,72	10,26	$U = 82,50$	n.s.	0,15

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen nach Lernstilgruppen der Teilstudie KU für die Variable „Fehler in den Simulationen“

(H4A₁): Lernende, denen in der Bearbeitung der Lernumgebung ein Skriptum vorlag, machen in der Simulation weniger Fehler, als Lerndende, denen kein Skriptum vorlag.

Fehler in Simulationen mit Skript ohne Skriptum

	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	U/t	p	d
Gesamtstudie	7,21	7,55	6,90	7,31	$U = 1832,00$	n.s.	0,04
Teilstudie LHM¹	7,68	5,71	13,00	7,64	$t_{54} = 2,81$	$p < .05$	0,79
Teilstudie KU	6,82	8,84	3,52	4,41	$U = 545,50$	n.s.	0,47

Mittelwertsunterschiede bei den Fehlern in Simulationen in Abhängigkeit vom Vorliegen eines Skriptums

(H5₁) Die Lernenden, die mit der adaptiven Lernumgebung zu Thunderbird arbeiten, erreichen im abschließenden Wissenstest eine höhere Punktzahl, als Lernende, die mit einer nicht-adaptiven Lernumgebung arbeiten.

Wissenstest	Treatmentgruppe		Kontrollgruppe		<i>U/t</i>	<i>p</i>	<i>d</i>
	\bar{x}	<i>SD</i>	\bar{x}	<i>SD</i>			
Gesamtstudie	0,74	0,18	0,79	0,18	$U = 1794,50$	n.s.	0,28
Teilstudie LHM	0,81	0,13	0,88	0,12	$U = 267,50$	$p < .05$	0,56
Teilstudie KU	0,68	0,19	0,72	0,18	$U = 649,00$	n.s.	0,22

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen der Gesamtstudie und der beiden Teilstudien für die Variable „Wissenstest“

Wissenstest	Treatmentgruppe		Kontrollgruppe		<i>U/t</i>	<i>p</i>	<i>d</i>
	\bar{x}	<i>SD</i>	\bar{x}	<i>SD</i>			
Divergierer	0,76	0,14	0,72	0,17	$U = 45,00$	n.s.	0,26
Assimilierer	0,76	0,19	0,74	0,15	$U = 57,00$	n.s.	0,12
Konvergierer	0,82	0,13	0,81	0,18	$U = 115,00$	n.s.	0,06
Akkommodierer	0,69	0,19	0,82	0,18	$U = 242,50$	$p < .05$	0,70
Konkrete Erfahrung	0,71	0,18	0,80	0,18	$U = 525,00$	$p < .05$	0,50
Abstr. Konzeptionalisieren	0,79	0,16	0,78	0,17	$U = 346,50$	n.s.	0,06

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen nach Lernstilgruppen der Gesamtstudie für die Variable „Wissenstest“

Wissenstest	Treatmentgruppe		Kontrollgruppe		<i>U/t</i>	<i>p</i>	<i>d</i>
	\bar{x}	<i>SD</i>	\bar{x}	<i>SD</i>			
Divergierer	0,73	0,12	0,65	0,21	$U = 2,00$	n.s.	0,47
Assimilierer	0,88	0,75	0,83	0,58	$U = 5,50$	n.s.	0,07
Konvergierer	0,83	0,13	0,92	0,08	$U = 17,00$	n.s.	0,83
Akkommodierer¹	0,79	0,14	0,90	0,10	$t_{23} = -2,22$	$p < .05$	0,90
Konkrete Erfahrung¹	0,78	0,14	0,87	0,14	$t_{29} = -1,78$	n.s.	0,64
Abstr. Konzeptionalisieren¹	0,85	0,11	0,90	0,09	$t_{23} = 0,24$	n.s.	0,50

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen nach Lernstilgruppen der Teilstudie LHM für die Variable „Wissenstest“

Wissenstest	Treatmentgruppe		Kontrollgruppe		<i>U/t</i>	<i>p</i>	<i>d</i>
	\bar{x}	<i>SD</i>	\bar{x}	<i>SD</i>			
Divergierer	0,78	0,16	0,74	0,17	$U = 26,00$	n.s.	0,24
Assimilierer	0,62	0,18	0,71	0,16	$t_{12} = -0,98$	n.s.	0,53
Konvergierer	0,80	0,15	0,69	0,18	$U = 17,00$	n.s.	0,66
Akkommodierer¹	0,63	0,19	0,74	0,21	$t_{30} = 0,07$	n.s.	0,55
Konkrete Erfahrung	0,67	0,19	0,74	0,20	$U = 211,00$	n.s.	0,36
Abstr.	0,72	0,18	0,70	0,16	$t_{27} = 0,28$	n.s.	0,12
Konzeptionalisieren¹							

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen nach Lernstilgruppen der Teilstudie KU für die Variable „Wissenstest“

(H5A₁): Lernende, denen in der Bearbeitung der Lernumgebung ein Skriptum vorlag, erreichen beim Wissenstest eine höhere Punktzahl, als Lerndende, denen kein Skriptum vorlag.

Wissenstest	mit Skriptum		ohne Skriptum		<i>U/t</i>	<i>p</i>	<i>d</i>
	\bar{x}	<i>SD</i>	\bar{x}	<i>SD</i>			
Gesamtstudie	0,79	0,17	0,71	0,18	$U = 1369,50$	$p < .05$	0,46
Teilstudie LHM	0,87	0,11	0,78	0,14	$U = 177,00$	$p < .05$	0,71
Teilstudie KU	0,72	0,18	0,67	0,19	$t_{74} = -1,13$	n.s.	0,27

Mittelwertsunterschiede beim Wissenstest in Abhängigkeit vom Vorliegen eines Skriptums

(H6₁) Es besteht ein Unterschied bei der computerbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung zu Beginn des Trainings zwischen Lernenden, die mit einer adaptiven Lernumgebung arbeiten und Lernenden, die mit einer nicht-adaptiven Lernumgebung arbeiten.

Selbstwirksamkeitserw. Treatmentgruppe Kontrollgruppe (VB)

	\bar{x}	<i>SD</i>	\bar{x}	<i>SD</i>	<i>U/t</i>	<i>p</i>	<i>d</i>
Gesamtstudie²	0,55	0,24	0,62	0,19	$t_{122,93} = -1,83$	n.s.	0,32
Teilstudie LHM²	0,58	0,25	0,71	0,18	$t_{48,38} = -2,15$	$p < .05$	0,60
Teilstudie KU	0,53	0,23	0,56	0,17	$t_{74} = -0,55$	n.s.	0,15

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen der Gesamtstudie und der beiden Teilstudien für die Variable „Computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung“ erhoben in der Vorbefragung

**Selbstwirksamkeitserw. Treatmentgruppe Kontrollgruppe
(VB)**

	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	U/t	p	d
Divergierer	0,53	0,18	0,63	0,14	$U = 34,00$	n.s.	0,62
Assimilierer²	0,52	0,29	0,62	0,13	$t_{13,37} = -1,09$	n.s.	0,44
Konvergierer	0,60	0,28	0,67	0,21	$t_{29} = -0,82$	n.s.	0,28
Akkommodierer¹	0,55	0,22	0,58	0,20	$t_{56} = -0,53$	n.s.	0,14
Konkrete Erfahrung¹	0,54	0,21	0,59	0,19	$t_{76} = -1,03$	n.s.	0,25
Abstr.	0,56	0,28	0,65	0,18	$t_{37,42} = -1,35$	n.s.	0,38
Konzeptionalisieren²							

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen nach Lernstilgruppen der Gesamtstudie für die Variable „Computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung“ erhoben in der Vorbefragung

**Selbstwirksamkeitserw. Treatmentgruppe Kontrollgruppe
(VB)**

	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	U/t	p	d
Divergierer	0,67	0,17	0,51	0,22	$U = 1,00$	n.s.	0,81
Assimilierer	0,63	0,33	0,53	0,19	$U = 8,00$	n.s.	0,37
Konvergierer	0,50	0,31	0,84	0,10	$U = 13,50$	$p < .05$	1,48
Akkommodierer¹	0,58	0,20	0,69	0,16	$t_{24} = -1,50$	n.s.	0,61
Konkrete Erfahrung¹	0,60	0,20	0,67	0,17	$t_{29} = -1,01$	n.s.	0,38
Abstr.	0,56	0,32	0,76	0,18	$t_{19,29} = -1,98$	n.s.	0,77
Konzeptionalisieren²							

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen nach Lernstilgruppen der Teilstudie LHM für die Variable „Computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung“ erhoben in der Vorbefragung

**Selbstwirksamkeitserw. Treatmentgruppe Kontrollgruppe
(VB)**

	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	U/t	p	d
Divergierer	0,48	0,17	0,67	0,11	$U = 8,50$	$p < .05$	1,33
Assimilierer	0,39	0,20	0,66	0,10	$U = 7,00$	$p < .05$	1,71
Konvergierer	0,71	0,21	0,50	0,16	$U = 9,00$	$p < .05$	1,12
Akkomodierer¹	0,54	0,23	0,47	0,18	$t_{30} = 0,87$	n.s.	0,34
Konkrete Erfahrung¹	0,52	0,21	0,54	0,18	$t_{45} = -0,31$	n.s.	0,10
Abstr.	0,57	0,26	0,58	0,15	$t_{27} = -0,20$	n.s.	0,05
Konzeptionalisieren¹							

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen nach Lernstilgruppen der Teilstudie KU für die Variable „Computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung“ erhoben in der Vorbefragung

(H7₁) Die Lernenden, die mit der adaptiven Lernumgebung zu Thunderbird arbeiten, weisen nach dem Training eine größere computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung auf als Lernende, die mit einer nicht-adaptiven Lernumgebung arbeiten.

**Selbstwirksamkeitserw. Treatmentgruppe Kontrollgruppe
(NB)**

	\bar{x}	<i>SD</i>	\bar{x}	<i>SD</i>	<i>U/t</i>	<i>p</i>	<i>d</i>
Gesamtstudie	0,82	0,16	0,85	0,13	$U = 1990,00$	n.s.	0,21
Teilstudie LHM	0,85	0,14	0,90	0,10	$U = 327,50$	n.s.	0,41
Teilstudie KU¹	0,80	0,17	0,81	0,13	$t_{74} = -0,46$	n.s.	0,07

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen der Gesamtstudie und der beiden Teilstudien für die Variable „Computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung“ erhoben in der Nachbefragung

**Selbstwirksamkeitserw. Treatmentgruppe Kontrollgruppe
(NB)**

	\bar{x}	<i>SD</i>	\bar{x}	<i>SD</i>	<i>U/t</i>	<i>p</i>	<i>d</i>
Divergierer	0,83	0,12	0,82	0,11	$U = 49,00$	n.s.	0,09
Assimilierer²	0,83	0,16	0,84	0,12	$t_{18,98} = -0,09$	n.s.	0,07
Konvergierer	0,87	0,14	0,87	0,13	$U = 116,00$	n.s.	0,00
Akkommodierer	0,79	0,19	0,85	0,13	$U = 338,50$	n.s.	0,37
Konkrete Erfahrung	0,80	0,17	0,84	0,13	$U = 657,00$	n.s.	0,26
Abstr. Konzeptionalisieren	0,85	0,15	0,86	0,13	$U = 357,50$	n.s.	0,07

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen nach Lernstilgruppen der Gesamtstudie für die Variable „Computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung“ erhoben in der Nachbefragung

**Selbstwirksamkeitserw. Treatmentgruppe Kontrollgruppe
(NB)**

	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	U/t	p	d
Divergierer	0,89	0,09	0,71	0,06	$U = 0,00$	n.s.	2,35
Assimilierer	0,94	0,10	0,81	0,10	$U = 3,00$	n.s.	1,30
Konvergierer	0,84	0,14	0,95	0,05	$U = 13,50$	n.s.	1,05
Akkommodierer²	0,81	0,16	0,91	0,08	$t_{15,39} = -1,96$	n.s.	0,79
Konkrete Erfahrung	0,82	0,15	0,88	0,10	$U = 92,50$	n.s.	0,47
Abstr.	0,88	0,13	0,92	0,09	$t_{20,87} = -0,81$	n.s.	0,36
Konzeptionalisieren²							

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen nach Lernstilgruppen der Teilstudie LHM für die Variable „Computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung“ erhoben in der Nachbefragung

**Selbstwirksamkeitserw. Treatmentgruppe Kontrollgruppe
(NB)**

	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	U/t	p	d
Divergierer	0,80	0,13	0,86	0,09	$U = 19,50$	n.s.	0,54
Assimilierer	0,70	0,10	0,84	0,14	$U = 8,50$	n.s.	1,15
Konvergierer	0,90	0,14	0,79	0,14	$U = 14,50$	n.s.	0,79
Akkommodierer	0,78	0,20	0,78	0,15	$U = 120,50$	n.s.	0,00
Konkrete Erfahrung	0,79	0,18	0,80	0,14	$U = 255,00$	n.s.	0,06
Abstr.	0,81	0,16	0,82	0,14	$t_{27} = -0,15$	n.s.	0,07
Konzeptionalisieren¹							

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen nach Lernstilgruppen der Teilstudie KU für die Variable „Computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung“ erhoben in der Nachbefragung

(H8₁) Die Lernenden weisen nach dem Training einen höheren Wert bei der computerbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung auf, als zu Beginn des Trainings.

Entw. d. Selbstw.	Vorbefragung		Nachbefragung		Z/t	p	d
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD			
Gesamtstudie	0,59	0,22	0,83	0,15	$Z = -9,69$	$p < .05$	1,27
Treatmentgruppe	0,55	0,24	0,82	0,16	$Z = -6,90$	$p < .05$	1,32
Kontrollgruppe	0,62	0,19	0,85	0,13	$Z = -6,82$	$p < .05$	1,41

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen der Gesamtstudie zu den beiden Testzeitpunkten für die Variable „Computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung“

Entw. d. Selbstw.	Vorbefragung		Nachbefragung		Z/t	p	d
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD			
Akkommodierer -gesamt	0,57	0,21	0,82	0,16	$Z = -6,57$	$p < .05$	1,34
Akkommodierer - TG	0,55	0,22	0,79	0,19	$t_{30} = -8,83$	$p < .05$	1,17
Akkommodierer - KG	0,58	0,20	0,85	0,13	$Z = -4,46$	$p < .05$	1,60

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen der Akkomodierer der Gesamtstudie zu den beiden Testzeitpunkten für die Variable „Computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung“

Entw. d. Selbstw.	Vorbefragung		Nachbefragung		Z/t	p	d
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD			
Assimilierer -gesamt	0,58	0,22	0,83	0,14	$t_{30} = -6,45$	$p < .05$	1,36
Assimilierer - TG	0,52	0,29	0,83	0,16	$t_{10} = -4,62$	$p < .05$	1,32
Assimilierer - KG	0,62	0,13	0,84	0,12	$t_{11} = -4,75$	$p < .05$	1,76

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen der Assimilierer der Gesamtstudie zu den beiden Testzeitpunkten für die Variable „Computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung“

Entw. d. Selbstw.	Vorbefragung		Nachbefragung		Z/t	p	d
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD			
Divergierer -gesamt	0,58	0,17	0,83	0,11	$t_{19} = -7,60$	$p < .05$	1,75
Divergierer - TG	0,53	0,18	0,83	0,12	$Z = -2,94$	$p < .05$	1,96
Divergierer - KG	0,63	0,14	0,82	0,11	$t_{11} = -2,52$	$p < .05$	1,51

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen der Divergierer der Gesamtstudie zu den beiden Testzeitpunkten für die Variable „Computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung“

Entw. d. Selbstw.	Vorbefragung		Nachbefragung		Z/t	p	d
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD			
Konvergierer -gesamt	0,64	0,24	0,87	0,13	$Z = -4,56$	$p < .05$	1,19
Konvergierer - TG	0,60	0,28	0,87	0,14	$Z = -2,94$	$p < .05$	1,22
Konvergierer - KG	0,67	0,21	0,87	0,13	$t_{12} = -4,65$	$p < .05$	1,15

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen der Konvergierer der Gesamtstudie zu den beiden Testzeitpunkten für die Variable „Computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung“

Entw. d. Selbstw.	Vorbefragung		Nachbefragung		Z/t	p	d
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD			
K. Erfahrung -gesamt	0,57	0,20	0,82	0,15	$Z = -7,58$	$p < .05$	1,41
K. Erfahrung - TG	0,54	0,21	0,80	0,17	$Z = -5,65$	$p < .05$	1,36
K. Erfahrung - KG	0,59	0,19	0,84	0,13	$Z = -5,09$	$p < .05$	1,54

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen der Gesamtstudie die Informationen über konkrete Erfahrungen verarbeiten zu den beiden Testzeitpunkten für die Variable „Computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung“

Entw. d. Selbstw.	Vorbefragung		Nachbefragung		Z/t	p	d
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD			
Abs. Konzept. -gesamt	0,61	0,24	0,85	0,14	$Z = -6,06$	$p < .05$	1,22
Abs. Konzept. - TG	0,56	0,28	0,85	0,15	$Z = -4,02$	$p < .05$	1,29
Abs. Konzept. - KG	0,65	0,18	0,86	0,13	$t_{29} = -7,02$	$p < .05$	1,34

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen der Gesamtstudie die Informationen über abstraktes Konzeptionalisieren verarbeiten zu den beiden Testzeitpunkten für die Variable „Computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung“

Entw. d. Selbstw.	Vorbefragung		Nachbefragung		Z/t	p	d
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD			
Teilstudie LHM	0,64	0,22	0,87	0,12	$t_{55} = -10,15$	$p < .05$	1,30
Treatmentgruppe	0,58	0,25	0,85	0,14	$t_{27} = -7,29$	$p < .05$	1,33
Kontrollgruppe	0,71	0,18	0,90	0,10	$t_{27} = -7,69$	$p < .05$	1,30

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen der Teilstudie LHM zu den beiden Testzeitpunkten für die Variable „Computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung“

Entw. d. Selbstw.	Vorbefragung		Nachbefragung		Z/t	p	d
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD			
Akkommodierer -gesamt	0,64	0,19	0,86	0,13	$t_{25} = -8,82$	$p < .05$	1,35
Akkommodierer - TG	0,58	0,20	0,81	0,16	$Z = -3,06$	$p < .05$	1,27
Akkommodierer - KG	0,69	0,16	0,91	0,08	$Z = -3,17$	$p < .05$	1,74

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen der Akkommodierer der Teilstudie LHM zu den beiden Testzeitpunkten für die Variable „Computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung“

Entw. d. Selbstw.	Vorbefragung		Nachbefragung		Z/t	p	d
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD			
Assimilierer -gesamt	0,60	0,28	0,90	0,11	$Z = -2,52$	$p < .05$	1,41
Assimilierer - TG	0,39	0,20	0,94	0,10	$Z = -2,02$	$p < .05$	3,48
Assimilierer - KG	0,66	0,10	0,81	0,10	$Z = -1,60$	n.s.	1,50

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen der Assimilierer der Teilstudie LHM zu den beiden Testzeitpunkten für die Variable „Computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung“

Entw. d. Selbstw.	Vorbefragung		Nachbefragung		Z/t	p	d
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD			
Divergierer -gesamt	0,61	0,19	0,82	0,12	$Z = -1,83$	n.s.	1,32
Divergierer - TG	0,67	0,17	0,89	0,09	$Z = -1,60$	n.s.	1,62
Divergierer - KG	0,51	0,22	0,71	0,06	$Z = -1,00$	n.s.	1,24

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen der Divergierer der Teilstudie LHM zu den beiden Testzeitpunkten für die Variable „Computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung“

Entw. d. Selbstw.	Vorbefragung		Nachbefragung		Z/t	p	d
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD			
Konvergierer -gesamt	0,69	0,27	0,90	0,11	$Z = -3,11$	$p < .05$	1,02
Konvergierer - TG	0,50	0,31	0,84	0,14	$Z = -2,20$	$p < .05$	1,41
Konvergierer - KG	0,84	0,10	0,95	0,05	$t_{12} = -2,11$	$p < .05$	1,39

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen der Konvergierer der Teilstudie LHM zu den beiden Testzeitpunkten für die Variable „Computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung“

Entw. d. Selbstw.	Vorbefragung		Nachbefragung		Z/t	p	d
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD			
K. Erfahrung -gesamt	0,63	0,18	0,85	0,13	$t_{30} = -9,42$	$p < .05$	1,40
K. Erfahrung - TG	0,60	0,20	0,82	0,15	$t_{14} = -6,39$	$p < .05$	1,24
K. Erfahrung - KG	0,67	0,17	0,88	0,10	$t_{15} = -6,71$	$p < .05$	1,51

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen der Teilstudie LHM die Informationen über konkrete Erfahrungen verarbeiten zu den beiden Testzeitpunkten für die Variable „Computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung“

Entw. d. Selbstw.	Vorbefragung		Nachbefragung		Z/t	p	d
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD			
Abs. Konzept. -gesamt	0,66	0,27	0,90	0,11	$Z = -3,98$	$p < .05$	1,16
Abs. Konzept. - TG	0,56	0,32	0,88	0,13	$t_{12} = -4,80$	$p < .05$	1,31
Abs. Konzept. - KG	0,76	0,18	0,92	0,09	$t_{11} = -4,11$	$p < .05$	1,12

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen der Teilstudie LHM die Informationen über abstraktes Konzeptionalisieren verarbeiten zu den beiden Testzeitpunkten für die Variable „Computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung“

Entw. d. Selbstw.	Vorbefragung		Nachbefragung		Z/t	p	d
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD			
Teilstudie KU	0,55	0,20	0,80	0,15	$t_{75} = -14,53$	$p < .05$	1,41
Treatmentgruppe	0,53	0,23	0,80	0,17	$t_{75} = -10,46$	$p < .05$	1,34
Kontrollgruppe	0,56	0,17	0,81	0,13	$Z = -5,35$	$p < .05$	1,65

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen der Teilstudie KU zu den beiden Testzeitpunkten für die Variable „Computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung“

Entw. d. Selbstw.	Vorbefragung		Nachbefragung		Z/t	p	d
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD			
Akkommodierer -gesamt	0,51	0,21	0,78	0,18	$Z = -4,94$	$p < .05$	1,38
Akkommodierer - TG	0,54	0,23	0,78	0,20	$t_{18} = -6,94$	$p < .05$	1,11
Akkommodierer - KG	0,47	0,18	0,78	0,15	$t_{12} = -8,06$	$p < .05$	1,87

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen der Akkomodierer der Teilstudie KU zu den beiden Testzeitpunkten für die Variable „Computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung“

Entw. d. Selbstw.	Vorbefragung		Nachbefragung		Z/t	p	d
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD			
Assimilierer -gesamt	0,56	0,19	0,79	0,14	$Z = -3,20$	$p < .05$	1,38
Assimilierer - TG	0,39	0,20	0,70	0,10	$Z = -2,02$	$p < .05$	1,96
Assimilierer - KG	0,66	0,10	0,84	0,14	$Z = -2,49$	$p < .05$	1,48

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen der Assimilierer der Teilstudie KU zu den beiden Testzeitpunkten für die Variable „Computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung“

Entw. d. Selbstw.	Vorbefragung		Nachbefragung		Z/t	p	d
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD			
Divergierer -gesamt	0,57	0,17	0,83	0,11	$t_{14} = -6,90$	$p < .05$	1,82
Divergierer - TG	0,48	0,17	0,80	0,13	$Z = -2,52$	$p < .05$	2,11
Divergierer - KG	0,67	0,11	0,86	0,09	$Z = -2,37$	$p < .05$	1,89

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen der Divergierer der Teilstudie KU zu den beiden Testzeitpunkten für die Variable „Computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung“

Entw. d. Selbstw.	Vorbefragung		Nachbefragung		Z/t	p	d
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD			
Konvergierer -gesamt	0,59	0,20	0,83	0,15	$Z = -3,30$	$p < .05$	1,36
Konvergierer - TG	0,71	0,21	0,90	0,14	$Z = -2,03$	$p < .05$	1,06
Konvergierer - KG	0,50	0,16	0,79	0,14	$Z = -2,67$	$p < .05$	1,93

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen der Konvergierer der Teilstudie KU zu den beiden Testzeitpunkten für die Variable „Computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung“

Entw. d. Selbstw.	Vorbefragung		Nachbefragung		Z/t	p	d
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD			
K. Erfahrung -gesamt	0,53	0,20	0,80	0,16	$Z = -5,97$	$p < .05$	1,49
K. Erfahrung - TG	0,52	0,21	0,79	0,18	$Z = -4,54$	$p < .05$	1,38
K. Erfahrung - KG	0,54	0,18	0,80	0,14	$t_{19} = -8,31$	$p < .05$	1,61

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen der Teilstudie KU die Informationen über konkrete Erfahrungen verarbeiten zu den beiden Testzeitpunkten für die Variable „Computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung“

Entw. d. Selbstw.	Vorbefragung		Nachbefragung		Z/t	p	d
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD			
Abs. Konzept. -gesamt	0,58	0,19	0,81	0,14	$t_{28} = -7,73$	$p < .05$	1,38
Abs. Konzept. - TG	0,57	0,26	0,81	0,16	$t_{10} = -4,87$	$p < .05$	1,11
Abs. Konzept. - KG	0,58	0,15	0,82	0,14	$t_{17} = -5,84$	$p < .05$	1,65

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen der Teilstudie KU die Informationen über abstraktes Konzeptionalisieren verarbeiten zu den beiden Testzeitpunkten für die Variable „Computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung“

(H9₁) Die Lernenden, die mit der adaptiven Lernumgebung zu Thunderbird arbeiten, weisen nach dem Training einen größeren Zuwachs bei der computerbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung auf, als Lernende, die mit einer nicht-adaptiven Lernumgebung arbeiten.

Selbstwirksamkeitsentw. Treatmentgruppe Kontrollgruppe

	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	U/t	p	d
Gesamtstudie	0,26	0,17	0,22	0,15	$U = 1970,50$	n.s.	0,25
Teilstudie LHM²	0,27	0,20	0,19	0,13	$t_{47,26} = 1,76$	n.s.	0,47
Teilstudie KU	0,26	0,15	0,25	0,16	$U = 713,50$	n.s.	0,06

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen der Gesamtstudie und der Teilstudien für die Variable „Selbstwirksamkeitsentwicklung“

Selbstwirksamkeitsentw. Treatmentgruppe Kontrollgruppe

	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	U/t	p	d
Divergierer	0,29	0,13	0,19	0,15	$t_{18} = 1,58$	n.s.	0,71
Assimilierer²	0,31	0,22	0,21	0,15	$t_{17,60} = 1,23$	n.s.	0,53
Konvergierer	0,27	0,21	0,20	0,17	$U = 97,50$	n.s.	0,37
Akkommodierer	0,24	0,15	0,26	0,13	$U = 369,50$	n.s.	0,14
Konkrete Erfahrung	0,25	0,15	0,25	0,14	$U = 750,00$	n.s.	0,00
Abstr. Konzeptionalisieren	0,29	0,21	0,20	0,16	$U = 293,00$	n.s.	0,48

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen nach Lernstilgruppen der Gesamtstudie für die Variable „Selbstwirksamkeitsentwicklung“

Selbstwirksamkeitsentw. Treatmentgruppe Kontrollgruppe

	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	U/t	p	d
Divergierer	0,22	0,09	0,20	0,28	$U = 3,00$	n.s.	0,10
Assimilierer	0,31	0,26	0,28	0,10	$U = 9,00$	n.s.	0,15
Konvergierer¹	0,33	0,24	0,12	0,12	$t_{14} = 2,36$	$p < .05$	1,11
Akkommodierer¹	0,22	0,15	0,22	0,11	$t_{24} = 0,10$	n.s.	0,00
Konkrete Erfahrung	0,22	0,13	0,22	0,13	$t_{29} = 0,13$	n.s.	0,00
Abstr. Konzeptionalisieren	0,32	0,24	0,16	0,13	$U = 52,00$	n.s.	0,83

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen nach Lernstilgruppen der Teilstudie LHM für die Variable „Selbstwirksamkeitsentwicklung“

Selbstwirksamkeitsentw. Treatmentgruppe Kontrollgruppe

	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	U/t	p	d
Divergierer	0,32	0,14	0,19	0,13	U = 17,00	n.s.	0,96
Assimilierer¹	0,31	0,19	0,19	0,17	t ₁₂ = 1,24	n.s.	0,67
Konvergierer¹	0,19	0,13	0,28	0,17	t ₁₃ = -1,17	n.s.	0,59
Akkommodierer	0,25	0,16	0,31	0,14	U = 121,00	n.s.	0,40
Konkrete Erfahrung	0,27	0,15	0,27	0,14	U = 256,00	n.s.	0,00
Abstr. Konzeptionalisieren¹	0,24	0,17	0,24	0,17	t ₂₇ = 0,10	n.s.	0,00

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen nach Lernstilgruppen der Teilstudie KU für die Variable „Selbstwirksamkeitsentwicklung“

(H10₁) Die Lernenden, die mit der adaptiven Lernumgebung zu Thunderbird arbeiten, weisen vor dem Training einen Wert bei der Computerangst auf, der sich von dem von Lernenden, die nicht mit einer adaptiven Lernumgebung arbeiten, unterscheidet.

Computerangst (VB) Treatmentgruppe Kontrollgruppe

	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	U/t	p	d
Gesamtstudie	0,19	0,20	0,19	0,20	U = 2157,50	n.s.	0,00
Teilstudie LHM	0,15	0,16	0,12	0,17	U = 314,50	n.s.	0,18
Teilstudie KU	0,21	0,23	0,24	0,21	U = 644,50	n.s.	0,14

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen der Gesamtstudie und der beiden Teilstudien für die Variable „Computerangst“ erhoben in der Vorbefragung

Computerangst (VB) Treatmentgruppe Kontrollgruppe

	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	U/t	p	d
Divergierer	0,22	0,19	0,32	0,30	U = 43,00	n.s.	0,40
Assimilierer²	0,22	0,24	0,24	0,15	t _{16,53} = -0,27	n.s.	0,10
Konvergierer	0,09	0,11	0,12	0,16	U = 113,50	n.s.	0,22
Akkommodierer	0,20	0,22	0,16	0,19	U = 368,00	n.s.	0,19
Konkrete Erfahrung	0,20	0,21	0,20	0,23	U = 700,50	n.s.	0,00
Abstr. Konzeptionalisieren	0,15	0,19	0,17	0,17	U = 319,00	n.s.	0,11

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen nach Lernstilgruppen der Gesamtstudie für die Variable „Computerangst“ erhoben in der Vorbefragung.

Computerangst (VB)	Treatmentgruppe		Kontrollgruppe		<i>U/t</i>	p	d
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD			
Divergierer	0,13	0,04	0,31	0,44	U = 3,00	n.s.	0,58
Assimilierer	0,09	0,18	0,24	0,15	U = 3,50	n.s.	0,91
Konvergierer	0,15	0,11	0,04	0,07	U = 11,50	p < .05	1,19
Akkommodierer	0,18	0,19	0,11	0,15	U = 58,00	n.s.	0,41
Konkrete Erfahrung	0,17	0,17	0,14	0,19	U = 87,50	n.s.	0,17
Abstr.	0,13	0,15	0,09	0,12	$t_{23} = 0,58$	n.s.	0,29
Konzeptionalisieren¹							

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen nach Lernstilgruppen der Teilstudie LHM für die Variable „Computerangst“ erhoben in der Vorbefragung.

Computerangst (VB)	Treatmentgruppe		Kontrollgruppe		<i>U/t</i>	p	d
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD			
Divergierer	0,26	0,22	0,32	0,30	U = 25,00	n.s.	0,23
Assimilierer	0,38	0,22	0,25	0,16	U = 14,50	n.s.	0,68
Konvergierer	0,02	0,03	0,20	0,19	U = 10,00	p < .05	1,32
Akkommodierer	0,21	0,25	0,21	0,22	U = 118,00	n.s.	0,00
Konkrete Erfahrung	0,22	0,23	0,25	0,24	U = 252,50	n.s.	0,13
Abstr.	0,18	0,23	0,22	0,17	$t_{27} = -0,53$	n.s.	0,20
Konzeptionalisieren¹							

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen nach Lernstilgruppen der Teilstudie KU für die Variable „Computerangst“ erhoben in der Vorbefragung.

(H11₁) Die Lernenden, die mit der adaptiven Lernumgebung zu Thunderbird arbeiten, weisen nach dem Training eine geringere Computerangst auf, als Lernende, die nicht mit einer adaptiven Lernumgebung arbeiten.

Computerangst (NB)	Treatmentgruppe		Kontrollgruppe		<i>U/t</i>	p	d
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD			
Gesamtstudie	0,15	0,22	0,19	0,24	U = 2073,00	n.s.	0,17
Teilstudie LHM	0,07	0,11	0,12	0,21	U = 386,50	n.s.	0,30
Teilstudie KU	0,21	0,26	0,24	0,25	U = 666,50	n.s.	0,12

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen der Gesamtstudie für die Variable „Computerangst“ erhoben in der Nachbefragung

Computerangst (NB)	Treatmentgruppe		Kontrollgruppe		<i>U/t</i>	<i>p</i>	<i>d</i>
	\bar{x}	<i>SD</i>	\bar{x}	<i>SD</i>			
Divergierer	0,22	0,25	0,34	0,31	$U = 38,00$	n.s.	0,43
Assimilierer¹	0,15	0,20	0,28	0,24	$t_{21} = -1,44$	n.s.	0,53
Konvergierer	0,05	0,07	0,11	0,20	$U = 109,00$	n.s.	0,40
Akkommodierer	0,17	0,24	0,15	0,21	$U = 405,00$	n.s.	0,09
Konkrete Erfahrung	0,18	0,24	0,19	0,25	$U = 752,00$	n.s.	0,04
Abstr. Konzeptionalisieren	0,10	0,15	0,18	0,23	$U = 311,00$	n.s.	0,41

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen nach Lernstilgruppen der Gesamtstudie für die Variable „Computerangst“ erhoben in der Nachbefragung

Computerangst (NB)	Treatmentgruppe		Kontrollgruppe		<i>U/t</i>	<i>p</i>	<i>d</i>
	\bar{x}	<i>SD</i>	\bar{x}	<i>SD</i>			
Divergierer	0,07	0,12	0,46	0,22	$U = 0,00$	n.s.	2,20
Assimilierer	0,04	0,10	0,21	0,23	$U = 4,50$	n.s.	0,96
Konvergierer	0,10	0,08	0,02	0,06	$U = 13,50$	n.s.	1,13
Akkommodierer	0,08	0,13	0,12	0,21	$U = 79,50$	n.s.	0,23
Konkrete Erfahrung	0,08	0,12	0,16	0,24	$U = 109,50$	n.s.	0,42
Abstr. Konzeptionalisieren	0,07	0,09	0,07	0,14	$U = 65,50$	n.s.	0,00

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen nach Lernstilgruppen der Teilstudie LHM für die Variable „Computerangst“ erhoben in der Nachbefragung

Computerangst (NB)	Treatmentgruppe		Kontrollgruppe		<i>U/t</i>	<i>p</i>	<i>d</i>
	\bar{x}	<i>SD</i>	\bar{x}	<i>SD</i>			
Divergierer	0,28	0,27	0,30	0,32	$U = 27,50$	n.s.	0,07
Assimilierer¹	0,28	0,23	0,31	0,26	$t_{12} = -0,25$	n.s.	0,12
Konvergierer	0,01	0,02	0,20	0,25	$U = 17,50$	n.s.	1,07
Akkommodierer	0,22	0,28	0,18	0,22	$U = 123,50$	n.s.	0,16
Konkrete Erfahrung	0,22	0,23	0,25	0,24	$U = 260,50$	n.s.	0,13
Abstr. Konzeptionalisieren	0,13	0,20	0,25	0,25	$U = 70,00$	n.s.	0,53

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen nach Lernstilgruppen der Teilstudie KU für die Variable „Computerangst“ erhoben in der Nachbefragung

(H12₁) Die Lernenden weisen nach dem Training einen geringeren Wert bei der Computerangst auf, als zu Beginn des Trainings.

Entw. d. Computerangst Vorbefragung Nachbefragung

	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	Z/t	p	d
Gesamtstudie	0,19	0,20	0,17	0,23	$Z = -2,32$	$p < .05$	0,09
Treatmentgruppe	0,19	0,20	0,15	0,22	$Z = -3,01$	$p < .05$	0,19
Kontrollgruppe	0,19	0,20	0,19	0,24	$Z = -0,17$	n.s.	0,00

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen der Gesamtstudie zu den beiden Testzeitpunkten für die Variable „Computerangst“

Entw. d. Computerangst Vorbefragung Nachbefragung

	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	Z/t	p	d
Akkommodierer -gesamt	0,18	0,21	0,16	0,23	$Z = -1,99$	$p < .05$	0,09
Akkommodierer - TG	0,20	0,22	0,17	0,24	$Z = -1,80$	n.s.	0,13
Akkommodierer - KG	0,16	0,19	0,15	0,21	$Z = -0,86$	n.s.	0,05

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen der Akkommodierer der Gesamtstudie zu den beiden Testzeitpunkten für die Variable „Computerangst“

Entw. d. Computerangst Vorbefragung Nachbefragung

	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	Z/t	p	d
Assimilierer -gesamt	0,23	0,20	0,22	0,23	$t_{22} = 0,46$	n.s.	0,05
Assimilierer - TG	0,22	0,24	0,15	0,20	$Z = -2,38$	$p < .05$	0,32
Assimilierer - KG	0,24	0,15	0,28	0,24	$t_{11} = -0,95$	n.s.	0,2

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen der Assimilierer der Gesamtstudie zu den beiden Testzeitpunkten für die Variable „Computerangst“

Entw. d. Computerangst Vorbefragung Nachbefragung

	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	Z/t	p	d
Divergierer -gesamt	0,26	0,25	0,27	0,28	$t_{19} = -0,30$	n.s.	0,04
Divergierer - TG	0,22	0,19	0,22	0,25	$Z = -1,41$	n.s.	0,00
Divergierer - KG	0,32	0,30	0,34	0,31	$Z = -0,42$	n.s.	0,07

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen der Divergierer der Gesamtstudie zu den beiden Testzeitpunkten für die Variable „Computerangst“

Entw. d. Computerangst	Vorbefragung	Nachbefragung	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	Z/t	p	d
Konvergierer -gesamt			0,11	0,14	0,09	0,16	Z = -2,01	p < .05	0,13
Konvergierer - TG			0,09	0,11	0,05	0,07	Z = -2,23	p < .05	0,43
Konvergierer - KG			0,12	0,16	0,11	0,20	Z = -0,84	n.s.	0,06

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen der Konvergierer der Gesamtstudie zu den beiden Testzeitpunkten für die Variable „Computerangst“

Entw. d. Computerangst	Vorbefragung	Nachbefragung	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	Z/t	p	d
K. Erfahrung -gesamt			0,20	0,22	0,19	0,24	Z = -1,54	n.s.	0,04
K. Erfahrung - TG			0,20	0,21	0,18	0,24	Z = -1,67	n.s.	0,09
K. Erfahrung - KG			0,20	0,23	0,19	0,25	Z = -0,37	n.s.	0,04

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen der Gesamtstudie die Informationen über konkrete Erfahrungen verarbeiten zu den beiden Testzeitpunkten für die Variable „Computerangst“

Entw. d. Computerangst	Vorbefragung	Nachbefragung	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	Z/t	p	d
Abs. Konzept. -gesamt			0,16	0,17	0,14	0,20	Z = -1,80	n.s.	0,11
Abs. Konzept. - TG			0,15	0,19	0,10	0,15	Z = -3,22	p < .05	0,29
Abs. Konzept. - KG			0,17	0,17	0,18	0,23	Z = -0,16	n.s.	0,05

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen der Gesamtstudie die Informationen über abstraktes Konzeptionalisieren verarbeiten zu den beiden Testzeitpunkten für die Variable „Computerangst“

Entw. d. Computerangst	Vorbefragung	Nachbefragung	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	Z/t	p	d
Teilstudie LHM			0,13	0,16	0,10	0,16	Z = -2,76	p < .05	0,19
Treatmentgruppe			0,15	0,16	0,07	0,11	Z = -3,50	p < .05	0,58
Kontrollgruppe			0,12	0,17	0,12	0,21	Z = -0,11	n.s.	0,00

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen der Teilstudie LHM zu den beiden Testzeitpunkten für die Variable „Computerangst“

Entw. d. Computerangst	Vorbefragung	Nachbefragung
------------------------	--------------	---------------

Entw. d. Computerangst	Vorbefragung	Nachbefragung					
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	Z/t	p	d
Akkommodierer -gesamt	0,14	0,17	0,10	0,18	Z = -1,77	n.s.	0,23
Akkommodierer - TG	0,18	0,19	0,08	0,13	Z = -2,41	p < .05	0,61

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen der Akkommodierer der Teilstudie LHM zu den beiden Testzeitpunkten für die Variable „Computerangst“

Entw. d. Computerangst	Vorbefragung	Nachbefragung
------------------------	--------------	---------------

Entw. d. Computerangst	Vorbefragung	Nachbefragung					
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	Z/t	p	d
Assimilierer -gesamt	0,14	0,18	0,10	0,16	Z = -1,41	n.s.	0,23
Assimilierer - TG	0,09	0,18	0,04	0,10	Z = -1,34	n.s.	0,34

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen der Assimilierer der Teilstudie LHM zu den beiden Testzeitpunkten für die Variable „Computerangst“

Entw. d. Computerangst	Vorbefragung	Nachbefragung
------------------------	--------------	---------------

Entw. d. Computerangst	Vorbefragung	Nachbefragung					
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	Z/t	p	d
Divergierer -gesamt	0,20	0,25	0,23	0,27	Z = -0,14	n.s.	0,12
Divergierer - TG	0,13	0,04	0,07	0,12	Z = -1,07	n.s.	0,67

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen der Divergierer der Teilstudie LHM zu den beiden Testzeitpunkten für die Variable „Computerangst“

Entw. d. Computerangst	Vorbefragung	Nachbefragung
------------------------	--------------	---------------

Entw. d. Computerangst	Vorbefragung	Nachbefragung					
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	Z/t	p	d
Konvergierer -gesamt	0,09	0,10	0,05	0,07	Z = -2,50	p < .05	0,46
Konvergierer - TG	0,15	0,11	0,10	0,08	Z = -2,04	p < .05	0,52

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen der Konvergierer der Teilstudie LHM zu den beiden Testzeitpunkten für die Variable „Computerangst“

Entw. d. Computerangst Vorbefragung Nachbefragung

	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	Z/t	p	d
K. Erfahrung -gesamt	0,15	0,18	0,12	0,19	$Z = -1,52$	n.s.	0,16
K. Erfahrung - TG	0,17	0,17	0,08	0,12	$Z = -2,67$	$p < .05$	0,61
K. Erfahrung - KG	0,14	0,19	0,16	0,24	$Z = -0,94$	n.s.	0,09

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen der Teilstudie LHM die Informationen über konkrete Erfahrungen verarbeiten zu den beiden Testzeitpunkten für die Variable „Computerangst“.

Entw. d. Computerangst Vorbefragung Nachbefragung

	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	Z/t	p	d
Abs. Konzept. -gesamt	0,11	0,13	0,07	0,11	$Z = -2,69$	$p < .05$	0,33
Abs. Konzept. - TG	0,13	0,15	0,07	0,09	$Z = -2,39$	$p < .05$	0,49
Abs. Konzept. - KG	0,09	0,12	0,07	0,14	$Z = -1,39$	n.s.	0,15

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen der Teilstudie LHM die Informationen über abstraktes Konzeptionalisieren verarbeiten zu den beiden Testzeitpunkten für die Variable „Computerangst“

Entw. d. Computerangst Vorbefragung Nachbefragung

	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	Z/t	p	d
Teilstudie KU	0,22	0,22	0,22	0,25	$Z = -0,78$	n.s.	0,00
Treatmentgruppe	0,21	0,23	0,21	0,26	$Z = -0,94$	n.s.	0,00
Kontrollgruppe	0,24	0,21	0,24	0,25	$Z = -0,13$	n.s.	0,00

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen der Teilstudie KU zu den beiden Testzeitpunkten für die Variable „Computerangst“

Entw. d. Computerangst Vorbefragung Nachbefragung

	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	Z/t	p	d
Akkommodierer -gesamt	0,21	0,23	0,20	0,26	$Z = -1,07$	n.s.	0,04
Akkommodierer - TG	0,21	0,25	0,22	0,28	$Z = -0,34$	n.s.	0,04
Akkommodierer - KG	0,21	0,22	0,18	0,22	$Z = -1,24$	n.s.	0,14

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen der Akkommodierer der Teilstudie KU zu den beiden Testzeitpunkten für die Variable „Computerangst“

Entw. d. Computerangst Vorbefragung Nachbefragung

	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	Z/t	p	d
Assimilierer -gesamt	0,29	0,19	0,30	0,24	$t_{13} = -0,14$	n.s.	0,05
Assimilierer - TG	0,38	0,22	0,28	0,23	$Z = -2,03$	$p < .05$	0,44
Assimilierer - KG	0,25	0,16	0,31	0,26	$Z = -1,10$	n.s.	0,28

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen der Assimilierer der Teilstudie KU zu den beiden Testzeitpunkten für die Variable „Computerangst“

Entw. d. Computerangst Vorbefragung Nachbefragung

	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	Z/t	p	d
Divergierer -gesamt	0,27	0,25	0,29	0,28	$Z = -0,36$	n.s.	0,08
Divergierer - TG	0,26	0,22	0,28	0,27	$Z = -0,81$	n.s.	0,08
Divergierer - KG	0,32	0,30	0,30	0,32	$Z = -0,18$	n.s.	0,06

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen der Divergierer der Teilstudie KU zu den beiden Testzeitpunkten für die Variable „Computerangst“

Entw. d. Computerangst Vorbefragung Nachbefragung

	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	Z/t	p	d
Konvergierer -gesamt	0,13	0,17	0,12	0,21	$Z = -0,34$	n.s.	0,05
Konvergierer - TG	0,02	0,03	0,01	0,02	$Z = -1,00$	n.s.	0,39
Konvergierer - KG	0,20	0,19	0,20	0,25	$Z = 0,00$	n.s.	0,00

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen der Konvergierer der Teilstudie KU zu den beiden Testzeitpunkten für die Variable „Computerangst“

Entw. d. Computerangst Vorbefragung Nachbefragung

	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	Z/t	p	d
K. Erfahrung -gesamt	0,24	0,24	0,23	0,27	$Z = -0,70$	n.s.	0,04
K. Erfahrung - TG	0,22	0,23	0,22	0,23	$Z = 0,00$	n.s.	0,00
K. Erfahrung - KG	0,25	0,24	0,25	0,24	$Z = -1,08$	n.s.	0,00

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen der Teilstudie KU die Informationen über konkrete Erfahrungen verarbeiten zu den beiden Testzeitpunkten für die Variable „Computerangst“

Entw. d. Computerangst Vorbefragung Nachbefragung

	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	Z/t	p	d
Abs. Konzept. -gesamt	0,21	0,20	0,21	0,24	Z = -0,28	n.s.	0,00
Abs. Konzept. - TG	0,18	0,23	0,13	0,20	Z = -2,23	p < .05	0,23
Abs. Konzept. - KG	0,22	0,17	0,25	0,25	t ₁₇ = -1,07	n.s.	0,14

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen der Teilstudie KU die Informationen über abstraktes Konzeptionalisieren verarbeiten zu den beiden Testzeitpunkten für die Variable „Computerangst“

(H13₁) Die Lernenden, die mit der adaptiven Lernumgebung zu Thunderbird arbeiten, weisen nach dem Training eine größere Abnahme bei der Computerangst auf, als Lernende, die nicht mit einer adaptiven Lernumgebung arbeiten.

Computerangstentw. Treatmentgruppe Kontrollgruppe

	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	U/t	p	d
Gesamtstudie	-0,04	0,13	0,00	0,11	U = 1704,00	p < .05	0,33
Teilstudie LHM	-0,07	0,09	0,00	0,09	U = 226,50	p < .05	0,78
Teilstudie KU	-0,01	0,14	0,00	0,12	U = 660,00	n.s.	0,08

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen der Gesamtstudie und der beiden Teilstudien für die Variable „Entwicklung der Computerangst“

Computerangstentw. Treatmentgruppe Kontrollgruppe

	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	U/t	p	d
Divergierer	0,00	0,10	0,02	0,15	U = 44,50	n.s.	0,16
Assimilierer	-0,07	0,07	0,04	0,15	U = 37,50	n.s.	0,94
Konvergierer	-0,04	0,05	-0,01	0,07	U = 90,50	n.s.	0,49
Akkommodierer	-0,03	0,17	-0,01	0,10	U = 336,00	n.s.	0,14
Konkrete Erfahrung	-0,02	0,15	-0,01	0,11	U = 647,00	n.s.	0,08
Abstr. Konzeptionalisieren	-0,05	0,06	0,01	0,11	U = 243,00	p < .05	0,68

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen nach Lernstilgruppen der Gesamtstudie für die Variable „Entwicklung der Computerangst“

Computerangstentw. Treatmentgruppe Kontrollgruppe

	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	U/t	p	d
Divergierer	-0,06	0,09	0,15	0,15	U = 0,50	n.s.	1,70
Assimilierer	-0,05	0,09	-0,03	0,10	U = 9,00	n.s.	0,21
Konvergierer	-0,06	0,06	-0,03	0,06	U = 18,50	n.s.	0,50
Akkommodierer	-0,10	0,11	0,01	0,10	U = 37,00	$p < .05$	1,05
Konkrete Erfahrung	-0,10	0,10	0,03	0,11	U = 53,50	$p < .05$	1,24
Abstr. Konzeptionalisieren	-0,05	0,07	-0,03	0,06	U = 62,50	n.s.	0,31

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen nach Lernstilgruppen der Teilstudie LHM für die Variable „Entwicklung der Computerangst“

Computerangstentw. Treatmentgruppe Kontrollgruppe

	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	U/t	p	d
Divergierer	0,02	0,10	-0,02	0,14	U = 22,00	n.s.	0,33
Assimilierer	-0,10	0,05	0,06	0,16	U = 7,00	$p < .05$	1,35
Konvergierer	-0,01	0,03	0,00	0,08	U = 24,00	n.s.	0,17
Akkommodierer	0,01	0,18	-0,04	0,10	U = 116,50	n.s.	0,34
Konkrete Erfahrung	0,01	0,16	-0,03	0,11	U = 243,00	n.s.	0,29
Abstr. Konzeptionalisieren	-0,05	0,06	0,03	0,13	U = 58,50	n.s.	0,79

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen nach Lernstilgruppen der Teilstudie KU für die Variable „Entwicklung der Computerangst“

(H14₁) Die Mittelwerte der Lernergebnisse der Lernstilgruppen der Lernenden in einer nicht-adaptiven Lernumgebung unterscheiden sich.

Selbstwirksamkeitserw. (NB)	Freiheits- grade (df)	Quadrat- summen (QS)	mittl. Quadrat- summen (s^2)	F	p	η^2
Zwischen d. Gruppen	3	0,02	0,01	0,37	n.s.	0,02
Innerh. d. Gruppen	62	1,02	0,02			
Total	65	1,04				

Einfaktorielle Varianzanalyse bei der Kontrollgruppe der Gesamtstudie zur Variable „Computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung“. Als Gruppenvariable wurde der Lernstil der Probanden verwendet.

Selbstwirksamkeitsentw.	Freiheits-grade (df)	Quadrat-summen (QS)	mittl. Quadrat-summen (s^2)	F	p	η^2
Zwischen d. Gruppen	3	0,06	0,02	0,97	n.s.	0,04
Innerh. d. Gruppen	62	1,37	0,02			
Total	65	1,44				

Einfaktorielle Varianzanalyse bei der Kontrollgruppe der Gesamtstudie zur Variable „Entwicklung der computerbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung“. Als Gruppenvariabel wurde der Lernstil der Probanden verwendet.

	Chi-Quadrat	df	p
Wissenstest	4,60	3	n.s.
Computerangst (NB)	10,50	3	p < .05
Computerangstentw.	1,56	3	n.s.
Fehler in Simulationen	0,68	3	n.s.

Kruskal-Wallis-Tests bei der Kontrollgruppe der Gesamtstudie. Als Gruppenvariabel wurde der Lernstil der Probanden verwendet.

Computerangst (NB)	Divergierer		Assimilierer		Konvergierer		Akkommodierer	
	U	p	U	p	U	p	U	p
Divergierer	-	-	49,00	n.s.	40,00	n.s.	73,00	n.s.
Assimilierer	49,00	n.s.	-	-	52,00	n.s.	99,00	n.s.
Konvergierer	40,00	n.s.	52,00	n.s.	-	-	181,50	n.s.
Akkommodierer	73,00	n.s.	99,00	n.s.	181,50	n.s.	-	-

Post-hoc Mann-Whitney-U-Test bei signifikantem Kruskall-Wallis Test bei der Variable „Computerangst (Nachbefragung)“ der Kontrollgruppe der Gesamtstudie

Wissenstest	Freiheits-grade (df)	Quadrat-summen (QS)	mittl. Quadrat-summen (s^2)	F	p	η^2
Zwischen d. Gruppen	3	0,13	0,05	4,33	p < .05	0,34
Innerh. d. Gruppen	24	0,25	0,01			
Total	27	0,38				

Einfaktorielle Varianzanalyse bei der Kontrollgruppe der Teilstudie LHM zur Variable „Wissenstest“. Als Gruppenvariable wurde der Lernstil der Probanden verwendet.

Wissenstest	Divergierer		Assimilierer		Konvergierer		Akkommodierer	
	mittl. Diff.	p	mittl. Diff.	p	mittl. Diff.	p	mittl. Diff.	p
Divergierer	-	-	-0,18	n.s.	-0,27	p < .013	-0,25	n.s.
Assimilierer	0,18	n.s.	-	-	-0,09	n.s.	-0,07	n.s.
Konvergierer	0,27	p < .0013	0,09	n.s.	-	-	-0,02	n.s.
Akkommodierer	0,25	n.s.	0,07	n.s.	0,02	n.s.	-	-

Post-hoc Bonferroni Test bei signifikanter Varianzanalyse bei der Variable „Wissenstest“ der Kontrollgruppe der Teilstudie LHM

Selbstwirksamkeit (NB)	Freiheits- grade (df)	Quadrat- summen (QS)	mittl. Quadrat- summen (s ²)	F	p	η^2
Zwischen d. Gruppen	3	0,12	0,04	8,08	p < .05	0,50
Innerh. d. Gruppen	24	0,12	0,01			
Total	27	0,25				

Einfaktorielle Varianzanalyse bei der Kontrollgruppe der Teilstudie LHM zur Variable „Selbstwirksamkeitserwartung (Nachbefragung)“. Als Gruppenvariable wurde der Lernstil der Probanden verwendet

Selbstwirk- samkeitserw. (NB)	Divergierer		Assimilierer		Konvergierer		Akkommodierer	
	mittl. Diff.	p	mittl. Diff.	p	mittl. Diff.	p	mittl. Diff.	p
Divergierer	-	-	-0,10	n.s.	-0,25	p < .013	-0,20	p < .013
Assimilierer	0,10	n.s.	-	-	-0,14	n.s.	-0,10	n.s.
Konvergierer	0,25	p < .013	0,14	n.s.	-	-	0,05	n.s.
Akkommodierer	-0,20	p < .013	0,10	n.s.	0,05	n.s.	-	-

Post-hoc Bonferroni-Test bei signifikanter Varianzanalyse bei der Variable „Selbstwirksamkeitserwartung (Nachbefragung)“ der Kontrollgruppe der Teilstudie LHM

Selbstwirksamkeitsentw.	Freiheits- grade (df)	Quadrat- summen (QS)	mittl. Quadrat- summen (s ²)	F	p	η^2
Zwischen d. Gruppen	3	0,08	0,03	1,78	n.s.	0,17
Innerh. d. Gruppen	24	0,38	0,02			
Total	27	0,46				

Einfaktorielle Varianzanalyse bei der Kontrollgruppe der Teilstudie LHM zur Variable „Entwicklung der Selbstwirksamkeitserwartung“. Als Gruppenvariable wurde der Lernstil der Probanden verwendet.

Fehler in Simulationen	Freiheits-grade (df)	Quadrat-summen (QS)	mittl. Quadrat-summen (s^2)	F	p	η^2
Zwischen d. Gruppen	3	440,08	146,69	9,05	p < .05	0,53
Innerh. d. Gruppen	24	389,17	16,22			
Total	27	829,25				

Einfaktorielle Varianzanalyse bei der Kontrollgruppe der Teilstudie LHM zur Variable „Entwicklung der Selbstwirksamkeitserwartung“. Als Gruppenvariable wurde der Lernstil der Probanden verwendet.

Fehler in Simulationen	Divergierer		Assimilierer		Konvergierer		Akkommodierer	
	mittl. Diff.	p	mittl. Diff.	p	mittl. Diff.	p	mittl. Diff.	p
Divergierer	-	-	6,17	n.s.	13,50	n.s.	-13,50	n.s.
Assimilierer	-13,50	n.s.	-	-	7,33	n.s.	7,33	n.s.
Konvergierer	-13,50	n.s.	-7,33	n.s.	-	-	0,00	n.s.
Akkommodierer	-0,20	n.s.	-7,33	n.s.	0,00	n.s.	-	-

Post-hoc Tamhane T2-Test bei signifikanter Varianzanalyse bei der Variable „Fehler in den Simulationen“ der Kontrollgruppe der Teilstudie LHM

	Chi-Quadrat		df	p
	Computerangst (NB)	Entwicklung d. Computerangst		
Computerangst (NB)	8,35	5,75	3	p < .05
Entwicklung d. Computerangst			3	n.s.

Kruskal-Wallis-Test bei der Kontrollgruppe der Gesamtstudie. Als Gruppenvariable wurde der Lernstil der Probanden verwendet.

Computerangst (NB)	Divergierer		Assimilierer		Konvergierer		Akkommodierer	
	U	p	U	p	U	p	U	p
Divergierer	-	-	1,00	n.s.	0,00	n.s.	3,00	n.s.
Assimilierer	1,00	n.s.	-	-	5,50	n.s.	15,00	n.s.
Konvergierer	0,00	n.s.	5,50	n.s.	-	-	46,50	n.s.
Akkommodierer	3,00	n.s.	15,0	n.s.	46,50	n.s.	-	-

Post-hoc Mann-Whitney-U-Test bei signifikantem Kruskall-Wallis Test bei der Variable „Computerangst (Nachbefragung)“ der Kontrollgruppe der Teilstudie LHM

Wissenstest	Freiheits-grade (df)	Quadrat-summen (QS)	mittl. Quadrat-summen (s^2)	F	p	η^2
Zwischen d. Gruppen	3	0,02	0,01	0,17	n.s.	0,02
Innerh. d. Gruppen	34	1,19	0,04			
Total	37	1,20				

Einfaktorielle Varianzanalyse bei der Kontrollgruppe der Teilstudie KU zur

Variable „Wissenstest“. Als Gruppenvariable wurde der Lernstil der Probanden verwendet.

Computerangst (NB)	Freiheits-grade (df)	Quadrat-summen (QS)	mittl. Quadrat-summen (s^2)	F	p	η^2
Zwischen d. Gruppen	3	0,14	0,05	0,72	n.s.	0,06
Innerh. d. Gruppen	34	2,22	0,07			
Total	37	2,36				

Einfaktorielle Varianzanalyse bei der Kontrollgruppe der Teilstudie KU zur Variable „Computerangst (Nachbefragung)“. Als Gruppenvariable wurde der Lernstil der Probanden verwendet.

Selbstwirksamkeitserw. (NB)	Freiheits-grade (df)	Quadrat-summen (QS)	mittl. Quadrat-summen (s^2)	F	p	η^2
Zwischen d. Gruppen	3	0,04	0,01	0,73	n.s.	0,06
Innerh. d. Gruppen	34	0,63	0,02			
Total	37	0,67				

Einfaktorielle Varianzanalyse bei der Kontrollgruppe der Teilstudie KU zur Variable „Selbstwirksamkeitserwartung (Nachbefragung)“. Als Gruppenvariable wurde der Lernstil der Probanden verwendet.

Selbstwirksamkeitsentw.	Freiheits-grade (df)	Quadrat-summen (QS)	mittl. Quadrat-summen (s^2)	F	p	η^2
Zwischen d. Gruppen	3	0,12	0,04	1,70	n.s.	0,13
Innerh. d. Gruppen	34	0,79	0,02			
Total	37	0,91				

Einfaktorielle Varianzanalyse bei der Kontrollgruppe der Teilstudie KU zur Variable „Entwicklung der Selbstwirksamkeitserwartung“. Als Gruppenvariable wurde der Lernstil der Probanden verwendet.

Computerangstentw.	Freiheits-grade (df)	Quadrat-summen (QS)	mittl. Quadrat-summen (s^2)	F	p	η^2
Zwischen d. Gruppen	3	0,06	0,02	1,35	n.s.	0,11
Innerh. d. Gruppen	34	0,50	0,02			
Total	37	0,56				

Einfaktorielle Varianzanalyse bei der Kontrollgruppe der Teilstudie KU zur Variable „Entwicklung der Computerangst“. Als Gruppenvariable wurde der Lernstil der Probanden verwendet.

Fehler in Simulationen	Freiheits-grade (df)	Quadrat-summen (QS)	mittl. Quadrat-summen (s^2)	F	p	η^2
Zwischen d. Gruppen	3	176,26	58,75	0,87	n.s.	0,07
Innerh. d. Gruppen	34	2307,11	67,86			
Total	37	2483,37				

Einfaktorielle Varianzanalyse bei der Kontrollgruppe der Teilstudie KU zur Variable „Fehler in den Simulationen“. Als Gruppenvariable wurde der Lernstil der Probanden verwendet.

(H15₁) Die Mittelwerte der Lernergebnisse der Lernstilgruppen der Lernenden in einer adaptiven Lernumgebung unterscheiden sich.

Selbstwirksamkeitserw. (NB)	Freiheits-grade (df)	Quadrat-summen (QS)	mittl. Quadrat-summen (s^2)	F	p	η^2
Zwischen d. Gruppen	3	0,06	0,02	0,64	n.s.	0,03
Innerh. d. Gruppen	62	1,67	0,03			
Total	65	1,72				

Einfaktorielle Varianzanalyse bei der Treatmentgruppe der Gesamtstudie zur Variable „Computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung“. Als Gruppenvariable wurde der Lernstil der Probanden verwendet.

Selbstwirksamkeitsentw.	Freiheits-grade (df)	Quadrat-summen (QS)	mittl. Quadrat-summen (s^2)	F	p	η^2
Zwischen d. Gruppen	3	0,05	0,02	0,55	n.s.	0,03
Innerh. d. Gruppen	62	1,86	0,03			
Total	65	1,91				

Einfaktorielle Varianzanalyse bei der Treatmentgruppe der Gesamtstudie zur Variable „Entwicklung der computerbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung“. Als Gruppenvariable wurde der Lernstil der Probanden verwendet

	Chi-Quadrat	df	p
Wissenstest	5,33	3	n.s.
Computerangst (NB)	4,04	3	n.s.
Computerangstentw.	4,17	3	n.s.
Fehler in Simulationen	1,04	3	n.s.

Kruskal-Wallis-Test bei der Treatmentgruppe der Gesamtstudie. Als Gruppenvariabel wurde der Lernstil der Probanden verwendet

Selbstwirksamkeitserw. (NB)	Freiheits- grade (df)	Quadrat- summen (QS)	mittl. Quadrat- summen (s^2)	F	p	η^2
Zwischen d. Gruppen	3	0,08	0,03	1,25	n.s.	0,14
Innerh. d. Gruppen	24	0,48	0,02			
Total	27	0,56				

Einfaktorielle Varianzanalyse bei der Treatmentgruppe der Teilstudie LHM zur Variable „Computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung“. Als Gruppenvariable wurde der Lernstil der Probanden verwendet.

Wissenstest	Freiheits- grade (df)	Quadrat- summen (QS)	mittl. Quadrat- summen (s^2)	F	p	η^2
Zwischen d. Gruppen	3	0,06	0,02	1,18	n.s.	0,14
Innerh. d. Gruppen	24	0,38	0,01			
Total	27	0,43				

Einfaktorielle Varianzanalyse bei der Treatmentgruppe der Teilstudie LHM zur Variable „Wissenstest“. Als Gruppenvariable wurde der Lernstil der Probanden verwendet.

Selbstwirksamkeitsentw.	Freiheits- grade (df)	Quadrat- summen (QS)	mittl. Quadrat- summen (s^2)	F	p	η^2
Zwischen d. Gruppen	3	0,07	0,02	0,60	n.s.	0,07
Innerh. d. Gruppen	24	0,96	0,04			
Total	27	1,03				

Einfaktorielle Varianzanalyse bei der Treatmentgruppe der Teilstudie LHM zur Variable „Entwicklung der computerbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung“. Als Gruppenvariable wurde der Lernstil der Probanden verwendet

Computerangstentw.	Freiheits- grade (df)	Quadrat- summen (QS)	mittl. Quadrat- summen (s^2)	F	p	η^2
Zwischen d. Gruppen	3	0,02	0,01	0,58	n.s.	0,09
Innerh. d. Gruppen	24	0,21	0,01			
Total	27	0,22				

Einfaktorielle Varianzanalyse bei der Treatmentgruppe der Teilstudie LHM zur Variable „Entwicklung der Computerangst“. Als Gruppenvariable wurde der Lernstil der Probanden verwendet.

Fehler in Simulationen	Freiheits-grade (df)	Quadrat-summen (QS)	mittl. Quadrat-summen (s^2)	F	p	η^2
Zwischen d. Gruppen	3	136,61	45,54	0,95	n.s.	0,11
Innerh. d. Gruppen	24	1154,36	48,10			
Total	27	1290,96				

Einfaktorielle Varianzanalyse bei der Treatmentgruppe der Teilstudie LHM zur Variable „Fehler in den Simulationen“. Als Gruppenvariable wurde der Lernstil der Probanden verwendet.

	Chi-Quadrat	df	p
Computerangst (NB)	2,57	3	n.s.

Kruskal-Wallis-Test bei der Treatmentgruppe der Teilstudie LHM. Als Gruppenvariable wurde der Lernstil der Probanden verwendet.

Wissenstest	Freiheits-grade (df)	Quadrat-summen (QS)	mittl. Quadrat-summen (s^2)	F	p	η^2
Zwischen d. Gruppen	3	0,23	0,07	2,38	n.s.	0,17
Innerh. d. Gruppen	34	1,10	0,03			
Total	37	1,33				

Einfaktorielle Varianzanalyse bei der Treatmentgruppe der Teilstudie KU zur Variable „Wissenstest“. Als Gruppenvariable wurde der Lernstil der Probanden verwendet.

Computerangst (NB)	Freiheits-grade (df)	Quadrat-summen (QS)	mittl. Quadrat-summen (s^2)	F	p	η^2
Zwischen d. Gruppen	3	0,30	0,10	1,58	n.s.	0,12
Innerh. d. Gruppen	34	2,19	0,06			
Total	37	2,49				

Einfaktorielle Varianzanalyse bei der Treatmentgruppe der Teilstudie KU zur Variable „Wissenstest“. Als Gruppenvariable wurde der Lernstil der Probanden verwendet.

Selbstwirksamkeitserw. (NB)	Freiheits-grade (df)	Quadrat-summen (QS)	mittl. Quadrat-summen (s^2)	F	p	η^2
Zwischen d. Gruppen	3	0,11	0,04	1,28	n.s.	0,10
Innerh. d. Gruppen	34	1,00	0,03			
Total	37	1,11				

Einfaktorielle Varianzanalyse bei der Treatmentgruppe der Teilstudie KU zur Variable „Computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung“. Als Gruppenvariable wurde der Lernstil der Probanden verwendet.

Selbstwirksamkeitsentw.	Freiheits-grade (df)	Quadrat-summen (QS)	mittl. Quadrat-summen (s^2)	F	p	η^2
Zwischen d. Gruppen	3	0,07	0,03	1,05	n.s.	0,08
Innerh. d. Gruppen	34	0,81	0,02			
Total	37	0,88				

Einfaktorielle Varianzanalyse bei der Treatmentgruppe der Teilstudie KU zur Variable „Entwicklung der computerbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung“. Als Gruppenvariable wurde der Lernstil der Probanden verwendet.

	Chi-Quadrat	df	p
Computerangstentw.	6,62	3	n.s.

Kruskal-Wallis-Test bei der Treatmentgruppe der Teilstudie KU. Als Gruppenvariabel wurde der Lernstil der Probanden verwendet.

Datentabellen zu Fragestellung 3

(H16₁) Lernende für die die Problemstellungen in der Lerneinheit authentisch sind, erreichen in einer adaptiven Lernumgebung höhere Werte bei den Lernergebnissen, als Lernende, für die die Problemstellungen nicht authentisch sind.

Vergleich der Treatmentgruppen	Teilstudie LHM		Teilstudie KU		U/t	p	d
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD			
Fehler bei Simulationen	11,46	6,92	4,55	7,12	U = 195,00	p < .05	0,98
Wissenstest	0,81	0,13	0,68	0,19	U = 315,00	p < .05	0,80
Selbstwirksamkeitserw.	0,85	0,14	0,80	0,17	U = 415,50	n.s.	0,32
Selbstwirksamkeitsentw.	0,27	0,20	0,26	0,15	U = 529,50	n.s.	0,06
Computerangst	0,07	0,11	0,21	0,26	U = 372,00	p < .05	0,70
Computerangstentw.	- 0,07	0,90	- 0,01	0,14	U = 375,50	p < .05	0,09
Aufenthaltsdauer ¹	139,41	46,19	76,09	53,35	t ₆₄ = 5,04	p < .05	1,27

Mittelwertsunterschiede der Treatmentgruppen der beiden Teilstudien

(H17₁) Lernende, für die die Problemstellungen in der Lerneinheit authentisch sind, erreichen in einer nicht-adaptiven Lernumgebung höhere Werte bei den Lernergebnissen, als Lernende, für die die Problemstellungen nicht authentisch sind.

Vergleich der Kontrollgruppen	Teilstudie LHM		Teilstudie KU		<i>U/t</i>	<i>p</i>	<i>d</i>
	\bar{x}	<i>SD</i>	\bar{x}	<i>SD</i>			
Fehler in Simulationen	6,75	5,54	6,74	8,19	$U = 453,00$	n.s.	0,00
Wissenstest	0,88	0,12	0,72	0,18	$U = 247,00$	$p < .05$	1,05
Selbstwirksamkeitserw.	0,90	0,10	0,81	0,13	$U = 311,00$	$p < .05$	0,78
Selbstwirksamkeitsentw.	0,19	0,13	0,25	0,16	$U = 435,50$	n.s.	0,41
Computerangst	0,12	0,21	0,24	0,25	$U = 347,00$	$p < .05$	0,52
Computerangstentw	0,00	0,10	0,00	0,12	$U = 523,00$	n.s.	0,00
Aufenthaltsdauer	114,41	47,50	76,78	40,44	$t_{56,12} = 3,46$	$p < .05$	0,85

Mittelwertsunterschiede der Kontrollgruppen der beiden Teilstudien.

(H18₁) Lernende für die die Problemstellungen in der Lerneinheit authentisch sind, zeigen in einer adaptiven Lernumgebung höhere Werte bei der Akzeptanz der Lernumgebung, als Lernende, für die die Problemstellungen nicht authentisch sind.

Akzeptanz	Teilstudie LHM		Teilstudie KU		<i>U/t</i>	<i>p</i>	<i>d</i>
	\bar{x}	<i>SD</i>	\bar{x}	<i>SD</i>			
Treatmentgruppe	0,84	0,14	0,52	0,30	$U = 183,50$	$p < .05$	1,37
Kontrollgruppe	0,84	0,11	0,63	0,22	$U = 206,50$	$p < .05$	1,21

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen auf der Skala „Akzeptanz“.

(H19₁) Lernende, für die die Problemstellungen in der Lerneinheit authentisch sind, zeigen in einer nicht-adaptiven Lernumgebung höhere Werte bei der Akzeptanz der Lernumgebung, als Lernende, für die die Problemstellungen nicht authentisch sind.

(H20₁) Ob Lernende in einer adaptiven Lernumgebung bessere Lernergebnisse erzielen, als Lernende, in einer nicht-adaptiven Lernumgebung, kommt darauf an, ob die Lerninhalte für sie authentisch sind.

Das Hypothesenset für die zweifaktorielle Varianzanalyse lautet:

Haupteffekt 1 (HE1): Die Lernenden, die mit einer adaptiven Lernumgebung gelernt haben, unterscheiden sich bei der Ausprägung der Lernwirkungen von den

Lernenden, die mit einer nicht-adaptiven Lernumgebung gelernt haben, unabhängig von ihrer Zugehörigkeit zu der jeweiligen Teilstudie

Haupteffekt 2 (HE2): Die Ergebnisse der Teilstudie LHM und der Teilstudie KU unterschieden sich bei der Ausprägung der Lernwirkungen unabhängig davon, ob die adaptive oder die nicht-adaptive Lernumgebung verwendet wurde.

Interaktionseffekt (IE): Es besteht ein nicht-additiver Interaktionseffekt bezüglich der Lernwirkungen zwischen dem Faktor Untersuchungsgruppe und dem Faktor Teilstudie.

Fehler in Simulationen	Quadrat-summen (QS)	Freiheits-grade (df)	mittl. Quadrat-summen (s^2)	F	p	Part. η^2
Zugeh. z. Teilstudie	386,53	1	386,53	7,64	p < .05	0,06
Zugeh. z. Unters.gr.	51,60	1	51,60	1,02	n.s.	0,08
Interaktion						
Teilstudie x Unters.gr.	383,60	1	383,60	7,58	p < .05	0,06
innerhalb	6476,98	128	50,60			
Total	13945,00	132				

Zweifaktorielle Varianzanalyse mit den Faktoren „Zugehörigkeit zu Teilstudie“ und „Zugehörigkeit zu Untersuchungsgruppe“ zur Variable „Fehler in den Simulationen“.

Wissenstest	Quadrat-summen (QS)	Freiheits-grade (df)	mittl. Quadrat-summen (s^2)	F	p	Part. η^2
Zugeh. z. Teilstudie	0,68	1	0,68	26,12	p < .05	0,17
Zugeh. z. Unters.gr.	0,09	1	0,09	3,38	n.s.	0,03
Interaktion						
Teilstudie x Unters.gr.	0,01	1	0,01	0,30	n.s.	0,00
innerhalb	3,35	128	0,03			
Total	81,25	132				

Zweifaktorielle Varianzanalyse mit den Faktoren „Zugehörigkeit zu Teilstudie“ und „Zugehörigkeit zu Untersuchungsgruppe“ zur Variable „Wissenstest“.

Selbstwirksamkeitserw. (NB)	Quadrat- summen (QS)	Freiheits- grade (df)	mittl. Quadrat- summen (s^2)	F	p	Part. η^2
Zugeh. z. Teilstudie	0,16	1	0,16	8,06	p < .05	0,06
Zugeh. z. Unters.gr.	0,03	1	0,03	1,64	n.s.	0,01
Interaktion						
Teilstudie x Unters.gr.	0,01	1	0,01	0,39	n.s.	0,00
innerhalb	2,59	128	0,02			
Total	94,45	132				

Zweifaktorielle Varianzanalyse mit den Faktoren „Zugehörigkeit zu Teilstudie“ und „Zugehörigkeit zu Untersuchungsgruppe“ zur Variable „computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung“ gemessen in der Nachbefragung.

Selbstwirksamkeitsentw.	Quadrat- summen (QS)	Freiheits- grade (df)	mittl. Quadrat- summen (s^2)	F	p	Part. η^2
Zugeh. z. Teilstudie	0,03	1	0,03	1,00	n.s.	0,01
Zugeh. z. Unters.gr.	0,06	1	0,06	2,37	n.s.	0,02
Interaktion						
Teilstudie x Unters.gr.	0,04	1	0,04	1,51	n.s.	0,01
innerhalb	3,28	128	0,03			
Total	11,37	132				

Zweifaktorielle Varianzanalyse mit den Faktoren „Zugehörigkeit zu Teilstudie“ und „Zugehörigkeit zu Untersuchungsgruppe“ zur Variable „Entwicklung der computerbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung“.

Computerangst (NB)	Quadrat- summen (QS)	Freiheits- grade (df)	mittl. Quadrat- summen (s^2)	F	p	Part. η^2
Zugeh. z. Teilstudie	0,49	1	0,49	9,97	p < .05	0,07
Zugeh. z. Unters.gr.	0,05	1	0,05	0,99	n.s.	0,01
Interaktion						
Teilstudie x Unters.gr.	0,02	1	0,02	0,03	n.s.	0,00
innerhalb	6,31	128	0,05			
Total	10,60	132				

Zweifaktorielle Varianzanalyse mit den Faktoren „Zugehörigkeit zu Teilstudie“ und „Zugehörigkeit zu Untersuchungsgruppe“ zur Variable „Computerangst“ in der Nachbefragung gemessen.

Computerangstentw.	Quadrat-summen (QS)	Freiheits-grade (df)	mittl. Quadrat-summen (s^2)	F	p	Part. η^2
Zugeh. z. Teilstudie	0,03	1	0,03	2,37	n.s.	0,02
Zugeh. z. Unters.gr.	0,06	1	0,06	4,01	p < .05	0,03
Interaktion						
Teilstudie x Unters.gr.	0,04	1	0,04	3,02	n.s.	0,02
innerhalb	1,77	128	0,01			
Total	1,93	132				

Zweifaktorielle Varianzanalyse mit den Faktoren „Zugehörigkeit zu Teilstudie“ und „Zugehörigkeit zu Untersuchungsgruppe“ zur Variable „Entwicklung der Computerangst“.

Datentabellen zu Fragestellung 4

(H21₁) Lernende, die in einer adaptiven Lernumgebung lernen, weisen einen höheren Wert auf der Akzeptanzskala auf, als Lernende in einer nicht-adaptiven Lernumgebung.

Akzeptanz	Treatmentgruppe		Kontrollgruppe		U/t	p	d
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD			
Gesamtstudie	0,71	0,20	0,72	0,21	U = 2120,00	n.s.	0,05
Teilstudie LHM	0,84	0,14	0,84	0,11	U = 369,00	n.s.	0,00
Teilstudie KU	0,62	0,19	0,63	0,22	U = 706,50	n.s.	0,05

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen der Gesamtstudie und der beiden Teilstudien für die Variable „Akzeptanz“.

Akzeptanz	Treatmentgruppe		Kontrollgruppe		U/t	p	d
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD			
Divergierer ²	0,77	0,16	0,68	0,16	t _{17,27} = 1,27	n.s.	0,56
Assimilierer	0,77	0,26	0,70	0,22	U = 46,00	n.s.	0,29
Konvergierer	0,75	0,18	0,75	0,16	U = 117,00	n.s.	0,00
Akkommodierer	0,55	0,14	0,53	0,18	U = 327,50	n.s.	0,12
Konkrete Erfahrung	0,71	0,18	0,80	0,18	U = 666,50	n.s.	0,50
Abstr. Konzeptionalisieren	0,76	0,22	0,73	0,19	U = 309,50	n.s.	0,15

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen nach Lernstilgruppen der Gesamtstudie für die Variable „Akzeptanz“.

Akzeptanz	Treatmentgruppe		Kontrollgruppe		<i>U/t</i>	p	d
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD			
Divergierer	0,81	0,09	0,71	0,00	U = 1,00	n.s.	1,57
Assimilierer	0,93	0,09	0,92	0,11	U = 7,50	n.s.	0,10
Konvergierer	0,86	0,11	0,79	0,11	U = 20,00	n.s.	0,64
Akkommodierer	0,79	0,17	0,88	0,08	U = 63,00	n.s.	0,68
Konkrete Erfahrung²	0,79	0,16	0,85	0,10	t _{22,86} = -1,26	n.s.	0,45
Abstr. Konzeptionalisieren	0,89	0,11	0,82	0,12	U = 50,50	n.s.	0,61

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen nach Lernstilgruppen der Teilstudie LHM für die Variable „Akzeptanz“.

Akzeptanz	Treatmentgruppe		Kontrollgruppe		<i>U/t</i>	p	d
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD			
Divergierer	0,76	0,18	0,67	0,19	U = 19,00	n.s.	0,49
Assimilierer	0,57	0,27	0,63	0,20	U = 22,00	n.s.	0,25
Konvergierer	0,61	0,16	0,70	0,20	U = 21,00	n.s.	0,50
Akkommodierer	0,57	0,18	0,57	0,25	U = 121,00	n.s.	0,00
Konkrete Erfahrung	0,63	0,18	0,60	0,23	U = 258,50	n.s.	0,15
Abstr. Konzeptionalisieren	0,50	0,23	0,60	0,17	U = 91,00	n.s.	0,49

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen nach Lernstilgruppen der Teilstudie KU für die Variable „Akzeptanz“.

(H22₁) Lernende, die in einer adaptiven Lernumgebung lernen, weisen eine größere Differenz zwischen objektiver und subjektiver Nutzungsdauer der Lernumgebung auf, als Lernende in einer nicht-adaptiven Lernumgebung.

Diff. subj. - obj. Aufwand	Treatmentgruppe		Kontrollgruppe		<i>U/t</i>	p	d
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD			
Gesamtstudie	11,50	78,74	7,49	39,39	U = 2076,00	n.s.	0,06
Teilstudie LHM	-8,33	106,06	-5,48	38,43	U = 391,00	n.s.	0,04
Teilstudie KU	26,12	46,53	17,04	37,78	U = 668,00	n.s.	0,21

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen der Gesamtstudie und der Teilstudien für die Variable „Differenz zwischen subjektivem und objektivem Aufwand“.

Diff. subj. - obj. Aufwand Treatmentgruppe Kontrollgruppe

	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	U/t	p	d
Divergierer¹	4,74	29,85	-1,87	41,05	$t_{18} = 0,42$	n.s.	0,18
Assimilierer	20,78	69,89	21,31	34,87	$U = 44,00$	n.s.	0,01
Konvergierer	-17,86	81,42	14,87	37,93	$U = 104,00$	n.s.	0,52
Akkommodierer	22,93	91,10	-0,46	41,03	$U = 320,00$	n.s.	0,33
Konkrete Erfahrung	18,16	79,72	-0,81	40,45	$U = 601,00$	n.s.	0,30
Abstr. Konzeptionalisieren	-0,15	77,26	17,44	36,26	$U = 294,00$	n.s.	0,29

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen nach Lernstilgruppen der Gesamtstudie für die Variable „Differenz zwischen subjektivem und objektivem Aufwand“.

Diff. subj. - obj. Aufwand Treatmentgruppe Kontrollgruppe

	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	U/t	p	d
Divergierer	12,31	16,28	-53,55	2,93	$U = 0,00$	n.s.	5,63
Assimilierer	-11,98	21,86	12,65	31,22	$U = 4,00$	n.s.	0,91
Konvergierer	-56,42	91,34	0,17	19,41	$U = 20,00$	n.s.	0,86
Akkommodierer²	16,37	143,30	-6,12	47,23	$t_{13,04} = 0,52$	n.s.	0,21
Konkrete Erfahrung	15,56	127,18	-12,05	46,86	$U = 94,00$	n.s.	0,29
Abstr. Konzeptionalisieren	-35,91	70,02	3,29	21,98	$U = 55,00$	n.s.	0,76

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen nach Lernstilgruppen der Teilstudie LHM für die Variable „Differenz zwischen subjektivem und objektivem Aufwand“.

Diff. subj. - obj. Aufwand Treatmentgruppe Kontrollgruppe

	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	U/t	p	d
Divergierer	1,90	34,10	12,90	33,18	$U = 21,00$	n.s.	0,33
Assimilierer	60,09	89,85	24,20	37,29	$U = 20,00$	n.s.	0,52
Konvergierer	27,12	37,27	29,57	46,85	$U = 26,00$	n.s.	0,06
Akkommodierer¹	27,07	35,15	5,63	33,95	$t_{30} = 1,72$	n.s.	0,62
Konkrete Erfahrung¹	19,61	36,14	8,17	32,99	$t_{45} = 1,11$	n.s.	0,33
Abstr. Konzeptionalisieren	42,11	64,96	26,89	41,17	$U = 93,00$	n.s.	0,28

Mittelwertsunterschiede der Untersuchungsgruppen nach Lernstilgruppen der Teilstudie KU für die Variable „Differenz zwischen subjektivem und objektivem Aufwand“.

Gesellschaft für Medien in der Wissenschaft (GMW)

Im Kontext des wissenschaftlichen Lehrens und Forschens gewinnen die so genannten Neuen Medien mehr und mehr an Bedeutung. Die GMW hat sich zur Aufgabe gemacht, diesen Prozess reflektierend, gestaltend und beratend zu begleiten. Die GMW begreift sich als Netzwerk zur interdisziplinären Kommunikation zwischen Theorie und Praxis im deutschsprachigen Raum. Anwender und Forschende aus den verschiedensten Disziplinen kommen durch die GMW miteinander in Kontakt.

Mitte der neunziger Jahre begründete die GMW zusammen mit dem Waxmann Verlag die Buchreihe „Medien in der Wissenschaft“, aus der Ihnen hier der Band 54 vorliegt. Im Fokus der Buchreihe liegen hochschulspezifische Fragestellungen zum Einsatz Neuer Medien. Für die GMW stehen dabei die gestalterischen, didaktischen und evaluativen Aspekte der Neuen Medien sowie deren strategisches Potenzial für die Hochschulentwicklung im Vordergrund des Interesses, weniger die technische Seite. Autoren und Herausgeber mit diesen Schwerpunkten sind eingeladen, die Reihe für ihre Veröffentlichungen zu nutzen. Informationen zu Aufnahmekriterien und -modalitäten sind auf der GMW-Webseite zu finden.

Jährlicher Höhepunkt der GMW-Aktivitäten ist die europäische Fachtagung im September. Im Wechsel sind deutsche, österreichische und Schweizer Veranstaltungsorte Gastgeber. Die Konferenz fördert die Entwicklung medienspezifischer Kompetenzen, unterstützt innovative Prozesse an Hochschulen und Bildungseinrichtungen, verdeutlicht das Innovationspotenzial Neuer Medien für Reformen an den Hochschulen, stellt strategische Fragen in den Blickpunkt des Interesses und bietet ein Forum, um neue Mitglieder zu gewinnen. Seit 1997 werden die Beiträge der Tagungen in der vorliegenden Buchreihe publiziert.

Eng verbunden mit der Tagung ist die jährliche Ausrichtung und Verleihung des MEDIDA-PRIX durch die GMW für herausragende mediendidaktische Konzepte und Entwicklungen. Seit dem Jahr 2000 ist es damit gelungen, unter Schirmherrschaft und mit Förderung der Bundesministerien aus Deutschland, Österreich und der Schweiz gemeinsame Kriterien für gute Praxis zu entwickeln und zu verbreiten. Der Preis hat mittlerweile in der E-Learning-Gemeinschaft große Anerkennung gefunden und setzt richtungsweisende Impulse für Projekt- und Produktentwicklungen. Die jährliche Preisverleihung lenkt die öffentliche Aufmerksamkeit auf mediendidaktische Innovationen und Entwicklungen, wie dies kaum einer anderen Auszeichnung gelingt.

Die GMW ist offen für Mitglieder aus allen Fachgruppierungen und Berufsfeldern, die Medien in der Wissenschaft erforschen, entwickeln, herstellen, nutzen und vertrieben. Für diese Zielgruppen bietet die GMW ein gemeinsames Dach, um die Interessen ihrer Mitglieder gegenüber Öffentlichkeit, Politik und Wirtschaft zu bündeln. GMW-Mitglieder profitieren von folgenden Leistungen:

- Reduzierter Beitrag bei den GMW-Tagungen
- Gratis Tagungsband unabhängig vom Besuch der Tagungen

Informieren Sie sich, fragen Sie nach und bringen Sie Ihre Anregungen und Wünsche ein. Werden Sie Mitglied in der GMW! [www.gmw-online.de]

März 2010, für den Vorstand
Dr. Eva Seiler Schiedt