

UNIVERSITÄT DES SAARLANDES

Fakultät HW

Bereich Empirische Humanwissenschaften

Emotionen und Lernen mit Multimedia

Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades eines

Doktors der Philosophie

der Fakultät HW

Bereich Empirische Humanwissenschaften

der Universität des Saarlandes

vorgelegt von

Lisa Stark

aus Pirmasens

Saarbrücken, 2016

Dekan: Prof. Dr. Cornelius König, Universität des Saarlandes

Berichterstatter 1: JProf. Dr. Babette Park, Universität des Saarlandes

Berichterstatter 2: Prof. Dr. Detlev Leutner, Universität Duisburg-Essen

Berichterstatter 3: Prof. Dr. Stefan Münzer, Universität Mannheim

Tag der Disputation: 16.12.2016

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis	VI
Abbildungsverzeichnis	VIII
Abkürzungsverzeichnis	X
Überblick der relevanten Publikationen	XII
1 Einleitung	1
2 Lernen mit Multimedia	5
2.1 Definition	5
2.2 Die Cognitive-Affective Theory of Learning with Media	5
2.3 Prozesse beim Lernen mit Multimedia	8
2.4 Exkurs: Methoden zur Erhebung von Prozessdaten beim Lernen mit Multimedia	11
3 Emotionen	14
3.1 Theoretische Perspektiven	14
3.2 Definition	15
3.3 Struktur von Emotionen	17
4 Emotionen, kognitive Prozesse und Lernercharakteristika	20
4.1 Befundlage zu Effekten von Emotionen auf kognitive Prozesse	20
4.2 Erklärungsansätze für Effekte von Emotionen auf kognitive Prozesse	21
4.3 Zum moderierenden Einfluss von Lernercharakteristika	25
5 Methoden zur externalen Emotionsinduktion	29
6 Emotionales Design multimedialer Lernumgebungen	33
6.1 Instructional Design	33
6.2 Emotionales Bild-Design	35
6.3 Emotionales Text-Design	37

7	Eigene empirische Studien zu Emotionen und Lernen mit Multimedia	40
7.1	Publikation I – Positive Emotionen und Emotionales Bild-Design: Eine Replikationsstudie	40
7.2	Publikation II – Effekte positiver und negativer Emotionen: Eine experimentelle Untersuchung von Wirkmechanismen	48
7.3	Publikation III – Lernercharakteristika und ihr moderierender Einfluss auf Emotionen und das Lernen mit Multimedia	54
7.4	Publikation IV – Emotionales Text-Design: Eine Mixed-Methods Studie	59
8	Gesamtdiskussion und Ausblick	66
8.1	Kritische Würdigung zentraler Befunde	66
8.2	Zum Verhältnis von Emotionen, emotionalem Design und Lernen mit Multimedia	69
8.3	Theoretische, methodische und praktische Implikationen	74
8.4	Fazit und Ausblick	79
9	Literatur	80
10	Anhang	106
	Publikation I – Emotional design in multimedia learning: An eye tracking study on the use of anthropomorphisms	
	Publikation II – Facilitators or suppressors: Effects of experimentally induced emotions on multimedia learning	
	Publikation III – Emotions in multimedia learning: The moderating role of learner characteristics	
	Publikation IV – Emotional text design in multimedia learning: A mixed-methods study using eye tracking	

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1.	Ergebnisse der 2 x 2-RM-ANOVA mit PAS t1 und PAS t2 als abhängige Variablen (AVs), externale Emotionsinduktion (E) und Design als unabhängige Variablen (UVs).	44
Tabelle 2.	Ergebnisse der beiden 2 x 2-ANCOVAs mit Lernerfolgsmaßen Verstehen bzw. Transfer als AVs, externaler Emotionsinduktion (E) und Design als UVs sowie Arbeitsgedächtniskapazität und Vorwissen als Kovariaten.	45
Tabelle 3.	Ergebnisse der univariaten Analysen (2 x 2) mit Fixationsdauer (FD) auf Bilder bzw. Texte als AVs, externale Emotionsinduktion (E) und Design als UVs.	46
Tabelle 4.	Ergebnisse der univariaten Analysen (2 x 2) mit Fixationsdauer (FD) auf geometrische bzw. expressive Anthropomorphismen (A) als AVs, externale Emotionsinduktion (E) und Design als UVs.	46
Tabelle 5.	Ergebnisse von Oneway-ANOVAs mit Werten der Skalen des PANAVA t2 als AVs und Gruppe als UV.	51
Tabelle 6.	Ergebnisse von univariaten Analysen mit den drei Lernerfolgsmaßen Behalten, Verstehen und Transfer als AVs und Gruppe als UV.	51
Tabelle 7.	Bedingte Effekte (<i>p</i> -Werte) für je das 10., 25., 50., 75. und 90. Perzentil (P) der Moderatoren Arbeitsgedächtniskapazität und Vorwissen in Bezug auf den Effekt von der Gruppenvariable auf den Lernerfolg (vgl. Knörzer, Brünken & Park, in press).	57
Tabelle 8.	Bedingte Effekte (<i>p</i> -Werte) für je das 10., 25., 50., 75. und 90. Perzentil (P) der Moderatoren Offenheit für Erfahrung und Neurotizismus in Bezug auf den Effekt von der Gruppenvariable auf den Lernerfolg (vgl. Knörzer, Brünken & Park, in press).	58
Tabelle 9.	Ergebnisse der RM-ANOVAs mit Werten der Skalen des PANAVA zu den beiden Messzeitpunkten (t1 und t2) als AVs und Text-Design sowie Messzeitpunkt als UVs.	62

Tabelle 10. Ergebnisse der univariaten Analysen inkl. Kontraste zwischen den Gruppen (UV) zu den Kodierungen in den fünf Hauptkategorien Selecting, Organizing, Elaborating, Metacognitive Processes und Extraneous Processes (AVs).

63

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.	Cognitive-Affective Theory of Learning with Media (CATLM; Moreno, 2006b; Moreno & Mayer, 2007; Park, Plass & Brünken, 2014).	6
Abbildung 2.	Kreismodell zur Struktur von Emotionen (angelehnt an Knörzer, Brünken & Park, 2016; Schallberger, 2005; Watson & Tellegen, 1985).	18
Abbildung 3.	Hypothetisches Befundmuster der vier Annahmen in Bezug auf Wirkungen positiver und negativer Emotionen auf Lernerfolgsmaße.	25
Abbildung 4.	Screenshots des Lernprogramms. Links: neutrales Design (ohne Anthropomorphismen); rechts: positives Design (mit Anthropomorphismen; Park, Knörzer et al., 2015).	42
Abbildung 5.	Berücksichtigte Areas of Interest (AOIs): Blaue AOIs = Textinformation, Grüne AOIs = geometrische Anthropomorphismen, rote AOIs = expressive Anthropomorphismen; grüne und rote AOIs zusammen = Bildinformation (Park, Knörzer; Plass & Brünken, 2015).	43
Abbildung 6.	Veränderung des emotionalen Zustandes mit Angabe der Ergebnisse von paarweisen t-Tests der jeweiligen Gruppen (PAS t1 – PAS t2; Park, Knörzer; Plass & Brünken, 2015).	44
Abbildung 7.	Ergebnisse in den Lernerfolgstests Verstehen (links) und Transfer (rechts; vgl. Park, Knörzer; Plass & Brünken, 2015).	45
Abbildung 8.	Fixationsdauer (FD) auf geometrische (links) und expressive (rechts) Anthropomorphismen (A; vgl. Park, Knörzer; Plass & Brünken, 2015).	47
Abbildung 9.	Screenshot aus dem multimedialen Lernprogramm zur ATP-Synthase (Publikationen II und III; vgl. Knörzer, Brünken & Park, 2016).	50
Abbildung 10.	Konzeptuelles Regressionsmodell mit zwei potentiellen Moderatoren (vgl. Knörzer, Brünken & Park, in press).	56

- Abbildung 11. Ergebnisse Regressionsmodell mit Vorwissen und Arbeitsgedächtnis-Kapazität (AG-Kapazität) als Moderatorvariablen für das 10., 25., 50., 75. und 90. Perzentil (P; vgl. Knörzer, Brünken & Park, in press). 57
- Abbildung 12. Ergebnisse Regressionsmodell mit Neurotizismus und Offenheit (für Erfahrung) als Moderatorvariablen für das 10., 25., 50., 75. und 90. Perzentil (P; vgl. Knörzer, Brünken & Park, in press). 58
- Abbildung 13. Screenshot aus dem Lernprogramm zur ATP-Synthase in der KG (Publikation IV; vgl. Knörzer, Brünken & Park, subm. b). 61
- Abbildung 14. Ergebnisse zu kodierten verbalisierten Prozessen (vgl. Knörzer, Brünken & Park, subm. b). 63

Abkürzungsverzeichnis

AG	Arbeitsgedächtnis
ANCOVA	Analysis of Covariance
ANOVA	Analysis of Variance
AOI	Area of Interest
AV	abhängige Variable
BAWL	Berlin Affective Wordlist
BAWL-R	Berlin Affective Wordlist Revised
CATLM	Cognitive-Affective Theory of Learning with Media
CLT	Cognitive Load Theory
CTML	Cognitive Theory of Multimedia Learning
E	Emotionsinduktion
Exp.	Experiment
FD	Fixationsdauer
HE	Haupteffekt
ICALM	Integrated Cognitive Affective Model of Learning with Multimedia
IE	Interaktionseffekt
KG	Kontrollgruppe
MANOVA	Multivariate Analysis of Variance
MC	Multiple-Choice
NA	Negative Aktivierung
NEG	negativ emotionale Gruppe
NEO-FFI	NEO-Fünf-Faktoren-Inventar
P	Perzentil
PA	Positive Aktivierung

PANAS	Positive Affect and Negative Affect Scale
PANAVA-KS	Kurzskalen zur Erfassung der Positiven Aktivierung, Negativen Aktivierung und Valenz
PAS	Positive Affect Scale
POS	positiv emotionale Gruppe
RM-ANOVA	Repeated-Measures Analysis of Variance
SIMS	Situational Motivation Scale
t1	Messzeitpunkt 1
t2	Messzeitpunkt 2
UV	unabhängige Variable
VA	Valenz

Überblick der relevanten Publikationen

Die vorgelegte Dissertation umfasst zwei in internationalen wissenschaftlichen Fachzeitschriften erschienene (Publikationen I und II), eine sich bei einer internationalen wissenschaftlichen Zeitschrift im Druck befindende Publikation (Publikation III) sowie eine bei einer internationalen wissenschaftlichen Fachzeitschrift eingereichte Publikation (Publikation IV) zum Thema Emotionen und Lernen mit Multimedia.

Publikation I

Park, B., **Knörzer, L.**, Plass, J. L., & Brünken, R. (2015). Emotional design in multimedia learning: An eye tracking study on the use of anthropomorphisms, *Computers & Education*, 86, 30-42.

Publikation II

Knörzer, L., Brünken, R., & Park, B. (2016). Facilitators or suppressors: Effects of experimentally induced emotions on multimedia learning. *Learning & Instruction*, 44, 97-107.

Publikation III

Knörzer, L., Brünken, R., & Park, B. (in press). Emotions in multimedia learning: The moderating role of learner characteristics. *Journal of Computer Assisted Learning*.

Publikation IV

Knörzer, L., Brünken, R., & Park, B. (subm.). Emotional text design in multimedia learning: A mixed-methods study using eye tracking.

Eigenleistung der Promovendin

Publikation I: Anteile an Durchführung der Studie, Auswertung der Studie, Verfassen des Publikationstextes

Publikationen II – IV: Formulierung der Fragestellung, Konzeption der Studie, Durchführung der Studie, Auswertung der Studie, Verfassen der Publikationstexte

Anmerkung

Ermöglicht wurde die Durchführung der Studien durch eine Finanzierung über das BMBF-Projekt „Qualitätspakt Lehre“ (01PL12057) an der Universität des Saarlandes.

1 Einleitung

Bis vor einigen Jahren bezog sich die Forschung zum Lernen mit Multimedia vor allem auf kognitive Aspekte und berief sich auf theoretischer Ebene insbesondere auf Annahmen über die kognitive Architektur des Gedächtnisses. Inzwischen werden insbesondere inspiriert durch die Arbeiten von Roxana Moreno (z.B. Moreno, 2005, 2006b) auch affektive und motivationale Aspekte sowie eine differenzielle Perspektive berücksichtigt (vgl. Leutner, 2014; Mayer, 2014a; Park, Plass & Brünken, 2014). Während eine differenzielle Perspektive bereits in Bezug auf Vorwissen unter anderem durch Arbeiten zum *expertise reversal effect* (Kalyuga, Ayres, Chandler & Sweller, 2003) empirisch etabliert war und nun durch Einbeziehung geeigneter Analyseverfahren auf weitere potentielle Moderatorvariablen erweitert werden musste, waren die Annahmen zum Einfluss affektiver und motivationaler Faktoren zunächst nicht empirisch abgesichert. Die empirischen Belege, welche Moreno in dem von ihr eingeführten theoretischen Rahmenmodell (*Cognitive-Affective Theory of Learning with Media*; CATLM; Moreno, 2005; s. Kapitel 2.2) heranzog, entstammten nicht genuin dem Forschungsfeld zum Lernen mit Multimedia. Die Rolle von Emotionen war bisher in anderen Lern- und Lebensbereichen empirisch untersucht worden (z.B. Pekrun, Goetz, & Titz, 2002), nicht jedoch in Bezug auf das Lernen mit Multimedia, sodass sich hier ein besonderer Forschungsbedarf konstatieren lässt. In diesem Forschungsbereich zu Emotionen und Lernen mit Multimedia sollte auch die angesprochene differenzielle Perspektive in Bezug auf potentielle Moderatoreffekte berücksichtigt werden (vgl. Leutner, 2014).

Ein Großteil der Forschung zum Lernen mit Multimedia beschäftigt sich im Sinne eines *Instructional-Design-Ansatzes* mit Gestaltungsprinzipien multimedialer Lernprogramme, um Lernprozesse und –ergebnisse positiv zu beeinflussen. In der Vergangenheit wurden viele unterschiedliche Design-Prinzipien entwickelt und empirisch überprüft (vgl. Mayer, 2014b) sowie theoretisch verankert beziehungsweise als Bestätigung der Gültigkeit von Theorien zum Lernen mit Multimedia herangezogen, da Effekte der Gestaltungsvariationen mithilfe von Theorien zum Lernen mit Multimedia sowie verwandten Theorien (z.B. *Cognitive Load Theory*; CLT; Sweller, 2010) erklärt werden konnten. Um einer affektive Faktoren berücksichtigenden Perspektive gerecht zu werden, wurden nun vereinzelt Gestaltungsprinzipien auch bezüglich ihrer Effekte auf Emotionen von Lernenden untersucht (z.B. Park, Flowerday & Brünken, 2015) und Emotionen als möglicher Erklärungsansatz für *Instructional-Design-Effekte* in theoretische Überlegungen mit einbezogen (z.B. Domagk, Schwartz & Plass, 2010). Zudem wurden

Emotionen selbst zum Gegenstand eines *Instructional Design*; insbesondere wurden emotionsinduzierende Facetten von Gestaltungsmöglichkeiten identifiziert. Es wurden erste Studien zum sogenannten *Emotional Design* (emotionales Design) durchgeführt, bei welchem Bildelemente eines multimedialen Lernprogramms variiert wurden. Diese wurden mit solchen Gestaltungsmerkmalen angereichert oder durch diese verändert, welchen emotionsauslösende Eigenschaften zugeschrieben wurden (Mayer & Estrella, 2014; Um, Plass, Hayward & Homer, 2012). Berücksichtigt wurden aber bisher nur *positive* emotionale Designs von Bildelementen multimedialer Lernprogramme. Eine *negative* emotionale Gestaltung wurde bisher kaum (eine Ausnahme bildet Heidig, Müller & Reichelt, 2015) berücksichtigt, eine emotionale Gestaltung von relevanten Textelementen wurde im Forschungsbereich des Lernens mit Multimedia noch gar nicht untersucht.

In zwei dieser Studien zum *Emotional Design* (Plass, Heidig, Hayward, Homer & Um, 2014, Exp. 1; Um et al., 2012) wurden vor dem Lernen experimentell positive oder neutrale Emotionen induziert und Effekte dieser Emotionen auf das Lernen mit Multimedia berichtet. Auch hier wurden Effekte negativer Emotionen noch nicht empirisch geprüft. Zudem wurde in diesen Studien kein umfassender Ansatz zur Erklärung dieser Effekte vorgelegt, sodass bisher nicht untersucht wurde, welche Mechanismen für diese Effekte beim Lernen mit Multimedia verantwortlich sind.

Aus methodischer Sicht wurde in den letzten Jahren zudem propagiert, vermehrt Prozesse beim Lernen in den Blick zu nehmen (vgl. Gründung der *Special Interest Group „Online Measures of Learning Processes“* der *European Association for Research in Learning and Instruction*). Als besonders geeignet für die Forschung zum Lernen mit Multimedia wurden Eyetracking-Verfahren erachtet, mit welchen als nicht-intrusive Methode in Echtzeit Blickbewegungsdaten von Lernenden aufgezeichnet werden können. Von diesen Daten kann laut der *Eye-Mind*-Hypothese auf kognitive Prozesse beim Lernen geschlossen werden (Just & Carpenter, 1980; Rayner, 1998; vgl. Kapitel 2.4.1). Ein Einsatz dieser Methode in Bezug auf Wirkungen eines emotionalen Designs beim Lernen mit Multimedia erfolgte in den bisherigen Studien noch nicht. Effekte von Emotionen auf Blickbewegungsdaten werden nur vereinzelt in Studien aus der Wahrnehmungspsychologie berichtet (z.B. Kaspar et al., 2013). Auch die theoretisch postulierten kognitiven Prozesse beim Lernen mit Multimedia (*selecting, organizing, integrating*; Mayer, 2014a) standen bisher noch nicht im Fokus von Untersuchungen (vgl. Leutner,

2014) und sind damit nicht explizit empirisch geprüft. Insbesondere wurden diese noch nicht in Bezug auf Effekte von Emotionen oder einem emotionalen Design untersucht.

Ausgehend von diesen Entwicklungen im Forschungsfeld zum Lernen mit Multimedia wurden im Rahmen des Dissertationsprojektes mehrere Studien durchgeführt, welche Effekte von und auf Emotionen im Kontext des Lernens mit Multimedia untersuchen. Mithilfe dieser Studien sollen Erkenntnisse dazu gewonnen werden, inwiefern unterschiedliche Emotionen das Lernen mit Multimedia beeinflussen und über welche Mechanismen dieser Einfluss erklärbar sein könnte. Zudem stellte sich die Frage, inwiefern multimediale Lernprogramme einen Einfluss auf Emotionen ausüben oder auch gezielt ausüben können.

Die der kumulativen Dissertation zugrundeliegenden Untersuchungen orientieren sich dabei an den folgenden Forschungsdesideraten: (1) Zunächst sind Replikationsstudien zur Untersuchung von Effekten von Emotionen beziehungsweise emotionaler Gestaltungsmerkmale auf das Lernen mit Multimedia notwendig, um diese für andere Lernmaterialien oder Operationalisierungen von Variablen abzusichern (Publikationen I und II). (2) Der Einfluss negativer emotionaler Zustände von Lernenden wurde in bisherigen Studien noch nicht berücksichtigt (Publikationen II – IV). (3) Es ist bisher ungeklärt, über welche Mechanismen der emotionale Zustand von Lernenden das Lernen mit Multimedia beeinflusst (Publikation II) und (4) inwieweit die Ergebnisse für unterschiedliche Lernende in einer geforderten differenziellen Perspektive generalisierbar sind (Einfluss von Lernercharakteristika; Publikation III). (5) Während ein emotionales Bild-Design bereits in einigen Studien adressiert wurde, sollten Effekte ebenfalls mit einem positiven sowie negativen emotionalen Text-Design repliziert werden können (Publikation IV). (6) Es sollten verstärkt Prozessmaße berücksichtigt werden, um detailliertere Aussagen zu Prozessen beim Lernen mit Multimedia treffen zu können (Publikationen I, II und IV) und die theoretisch postulierten kognitiven Prozesse empirisch zu prüfen (Publikation IV).

Im Folgenden werden zunächst theoretische Grundlagen der dieser Dissertation zugrundeliegenden Studien zum Lernen mit Multimedia (Kapitel 2) und zum Emotionskonstrukt (Kapitel 3) eingeführt. Hierzu zählen jeweils eine Begriffsbestimmung (Kapitel 2.1 und 3.2) und theoretische Rahmung der Konstrukte (Kapitel 2.2, 3.1 und 3.2). In Bezug auf das Lernen mit Multimedia wird zudem auf Lernprozesse (Kapitel 2.3) und in einem Exkurs auf Methoden zur Erfassung dieser Prozesse eingegangen (Kapitel 2.4). In

Kapitel 4 wird der Forschungsstand in Bezug auf Effekte von Emotionen auf kognitive Prozesse aufgearbeitet (Kapitel 4.1) und mögliche Erklärungsansätze eingeführt (Kapitel 4.2), bevor abschließend verschiedene Lernercharakteristika als potentielle Moderatorvariablen diskutiert werden (Kapitel 4.3). In den folgenden beiden Kapiteln werden Ansätze zur Emotionsinduktion eingeführt. Um Emotionen als unabhängige Variable standardisiert operationalisieren zu können, sind Verfahren einer externalen Emotionsinduktion notwendig, welche in Kapitel 5 vorgestellt werden. Daran anschließend werden in Kapitel 6 unter Berücksichtigung eines *Instructional-Design*-Ansatzes (Kapitel 6.1) Möglichkeiten zur Gestaltung eines emotionalen Designs zur internalen Emotionsinduktion mittels multimedialer Lernumgebungen vorgestellt, welche sich auf non-verbale Information bzw. Bildelemente multimedialer Instruktionen (Kapitel 6.2) sowie auf Variation von verbaler Information bzw. von Textelementen (Kapitel 6.3) beziehen. In Kapitel 7 werden die vier Publikationen, auf denen diese Dissertation basiert, vorgestellt. Die Arbeit schließt mit einer Gesamtdiskussion der Befunde (Kapitel 8) in Bezug auf die formulierten Forschungsdesiderate (Kapitel 8.1) sowie die zentralen Forschungsfragen der Arbeit, welche auch eine alternative Betrachtung einzelner Befunde einschließt (Kapitel 8.2). Abschließend werden theoretische, methodische und praktische Implikationen ausgeführt (Kapitel 8.3) und in einem Fazit ein kurzer Ausblick auf weitere Forschungsrichtungen dargestellt (Kapitel 8.4). Die veröffentlichten bzw. eingereichten Manuskripte der dieser Dissertation zugrundeliegenden Publikationen befinden sich im Anhang.

2 Lernen mit Multimedia

In diesem Kapitel wird zunächst Lernen mit Multimedia definiert (Kapitel 2.1). Danach wird die *Cognitive-Affective Theory of Learning with Media* (CATLM) von Roxana Moreno eingeführt (Kapitel 2.2), auf welchen alle eigenen Studien dieser Dissertationsschrift basieren. Weiter erfolgt eine Betrachtung von kognitiven Prozessen, welche in Theorien zum Lernen mit Multimedia als zugrundeliegende Lernprozesse aufgegriffen werden (Kapitel 2.3). Dieses Kapitel schließt mit einem kurzen Exkurs bezüglich Methoden zur Erfassung von Prozessen beim Lernen mit Multimedia (Kapitel 2.4). Die vorgestellte Methode des Eyetracking (Kapitel 2.4.1) findet in Publikationen I, II und IV, die des geleiteten retrospektiven Laut-Denkens (2.4.2) in Publikation IV der durchgeführten Studien Verwendung.

2.1 Definition

Ein multimediales bzw. multimodales Lernprogramm wird definiert als eine kombinierte Präsentation verbaler und non-verbaler Information, welche Lernprozesse anregen soll (Mayer, 2014c; Moreno & Mayer, 2007). Die Klassifizierung der präsentierten Information eines multimedialen Lernprogramms in verbale und non-verbale Information bezieht sich auf deren Präsentationsmodus bzw. die Art der präsentierten Information. Davon zu unterscheiden ist die Modalität (z.B. visuell, auditiv), in welcher die verbale und non-verbale Information in einem multimedialen Lernprogramm dargeboten wird (Moreno & Mayer, 2007). Verbale Information kann beispielweise in Form geschriebenen (visuelle Modalität) oder gesprochenen (auditive Modalität) Texts, non-verbale Information als statisches oder bewegtes Bild (beide visuelle Modalität) dargestellt werden (vgl. Mayer, 2014c).¹ Multimediales Lernen bzw. Lernen mit Multimedia bezeichnet den Aufbau mentaler Repräsentationen durch Auseinandersetzung mit einem multimedialen Lernprogramm.

2.2 Die Cognitive-Affective Theory of Learning with Media

Die *Cognitive-Affective Theory of Learning with Media* (CATLM; Moreno, 2005, 2006b; Moreno & Mayer, 2007; s. Abbildung 1) stellt eine Erweiterung der *Cognitive Theory of Multimedia Learning* (CTML; Mayer, 2014c) dar. Während sich die Ausgangstheorie von Mayer auf Gedächtnisstruktur, kognitive Prozesse der Informationsverarbeitung und mit

¹ Die Unterscheidung zwischen Modus (verbal vs. non-verbal) und Modalität (auditiv vs. visuell) wird im Folgenden beibehalten (vgl. Moreno & Mayer, 2007; Moreno, 2006b)

diesen Konstrukten in Verbindung stehende Theorien bezieht, werden in der Erweiterung von Moreno zusätzlich auch *States* (situationale Merkmale) und *Traits* (dispositionale Merkmale) Lernender berücksichtigt (vgl. Moreno, 2006a).

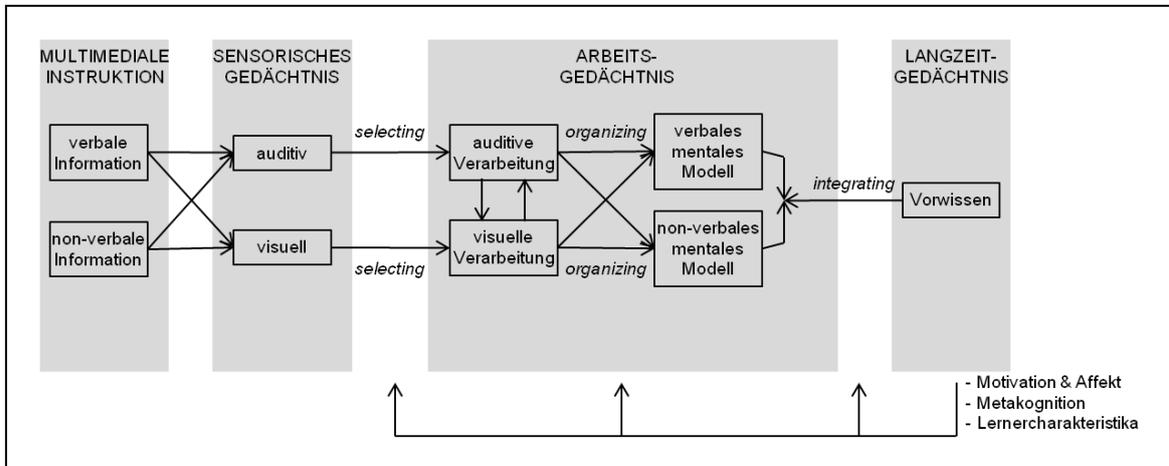


Abbildung 1. Cognitive-Affective Theory of Learning with Media (CATLM; Moreno, 2006b; Moreno & Mayer, 2007; Park, Plass & Brünken, 2014).

In Anlehnung an das Drei-Speicher-Modell des Gedächtnisses von Atkinson und Shiffrin (1968) sowie das Arbeitsgedächtnismodell von Baddeley (1986, 1992, 1998) werden zwei voneinander unabhängige, simultan belastbare Kanäle (*dual channel assumption*) postuliert. Für die Informationsaufnahme stehen im sensorischen Gedächtnis der auditive und visuelle Kanal zur Verarbeitung multimedial präsentierter Information zur Verfügung (vgl. Baddeley; 1986). Im Arbeitsgedächtnis wird die aufgenommene Information zunächst modalitäts- (auditiv vs. visuell) und dann modusentsprechend (verbal vs. non-verbal; vgl. Paivio, 1986) verarbeitet (siehe Mayer, 2014c). Ein verbales und ein non-verbales mentales Modell mit dem jeweiligen Informationsgehalt werden konstruiert, und dann zu einer gemeinsamen mentalen Repräsentation integriert (vgl. *Integrated Model of Text and Picture Comprehension*, Schnotz & Bannert, 2003).

Laut Paivios *Dual Coding Theory* (Paivio, 1986; Sadoski & Paivio, 2001) können aufgenommene Informationen eines spezifischen Modus dual kodiert, d.h. in beiden Informationsverarbeitungskanälen gleichzeitig repräsentiert und verarbeitet werden (*dual coding assumption*). Duale Kodierung tritt insbesondere bei der Verarbeitung non-verbaler Information (z.B. Bilder) auf und auch bei verbaler Information, durch welche konkrete Gegenstände bezeichnet werden. So kann beispielsweise das Wort „Apfel“ sowohl im verbalen Verarbeitungs kanal als symbolische Repräsentation des Gegenstandes als auch im non-verbalen Kanal in seiner bildlichen Repräsentation verarbeitet und somit dual kodiert

werden. Duale Kodierung verbessert die Speicher- und Erinnerungsleistung. (vgl. Paivio, 1986; Sadoski & Paivio, 2001).

Gemeinsam mit der *Cognitive Load Theory* (CLT; Plass, Moreno & Brünken, 2011; Sweller, 1999, 2010) geht die CATLM (wie auch der Vorläufer CTML) von einer begrenzten Kapazität des Arbeitsgedächtnisses aus, während die Kapazität des Langzeitgedächtnisses als unbegrenzt angenommen wird (*limited capacity assumption*; vgl. Atkinson & Shiffrin, 1968; Baddeley, 1986, 1992; Moreno, 2006b; Waugh & Norman, 1965). Übersteigen Anforderungen an Lernende deren verfügbare Kapazität im Arbeitsgedächtnis entsteht eine Überlastung, welche als *cognitive overload* bezeichnet wird. In diesem Fall ist keine erfolgreiche Informationsverarbeitung mehr möglich. In der CLT werden drei Arten kognitiver Belastung beim Lernen unterschieden: Die Schwierigkeit des Lerngegenstandes wird ausgehend von der Interaktivität der zu lernenden Inhaltsaspekte definiert (*element interactivity*; Sweller, 2010). Durch diese dem Lerngegenstand innewohnende Komplexität wird die sogenannte intrinsische kognitive Belastung (*intrinsic cognitive load*), hervorgerufen. Die Gestaltung des Lernmaterials kann irrelevante kognitive Belastung (*extraneous cognitive load*) auslösen, welche durch suboptimale Lernmaterialgestaltung erhöht wird. Die der Verarbeitung relevanter Information bzw. dem eigentlichen Lernprozess zugutekommende relevante kognitive Belastung wird als *germane cognitive load* bezeichnet.²

Die Annahme aktiver Informationsverarbeitung (*active processing assumption*, Mayer, 2014c) bezieht sich auf die konstruktivistische Perspektive auf Lernen als aktive Wissenskonstruktion (Greeno, 1997; Mandl, Gruber & Renkl, 2002). Beim Lernen mit Multimedia sind Prozesse der Informationsauswahl, -organisation und -integration entscheidend, welche Mayer als grundlegende Lernprinzipien bezeichnet (vgl. SOI-Modell; Mayer, 1996, 2008; s. auch Schnotz & Bannert, 2003). Mithilfe spezifischer Gestaltungsmerkmale in multimedialen Lernumgebungen (z.B. *signaling*; van Gog, 2014; Mayer & Moreno, 2003) können diese Prozesse und somit erfolgreiches Lernen mit Multimedia gefördert werden (Mayer & Moreno, 2003; zur detaillierteren Darstellung von Prozessen beim Lernen mit Multimedia siehe Kapitel 2.3).

² Während frühere Versionen der CLT die Addition der drei Faktoren kognitiver Belastung als gesamte kognitive Belastung definiert haben, weisen empirische Befunde und Weiterentwicklungen der Theorie auf die Abhängigkeit der kognitiven Belastung von Lernermerkmalen hin und widersprechen der Additivitätshypothese (Park, 2010; Sweller, 2010).

Weiter wird in der CATLM angenommen, dass motivationale und affektive Faktoren das Lernen mit Multimedia beeinflussen, indem sie auf kognitive Prozesse und das Engagement der Lernenden einwirken (*affective mediation assumption*; Deci & Ryan, 2000; Gottfried, 1990; Moreno, Mayer, Spires, & Lester, 2001; Park, Flowerday et al., 2015; Pintrich, 2003).

Zudem werden metakognitive Faktoren berücksichtigt, welche kognitive Informationsverarbeitungsprozesse sowie die zuvor genannten affektiven Faktoren regulieren (*metacognitive mediation assumption*; McGuinness, 1990; Morris, 1990). Hierunter können beispielsweise Aspekte selbstregulierten Lernens (Zimmerman, 2008; Zimmerman & Schunk, 2001) gefasst werden, welche sich auf die Überwachung, Evaluation und Regulation von Lernaktivitäten und deren Planung beziehen.

Lernercharakteristika bzw. Traits wie beispielsweise kognitive Stile (*visualizer vs. verbalizer*, Massa & Mayer, 2006), kognitive Lernvoraussetzungen (z.B. Vorwissen; Kalyuga et al., 2003; Mayer & Gallini, 1990) oder auch Persönlichkeitsmerkmale können das Lernen mit Multimedia allgemein sowie vor allem die Wirksamkeit unterschiedlicher Gestaltungsmerkmale multimedialer Lernumgebungen beeinflussen (*individual differences assumption*; Moreno, 2004; Moreno & Durán, 2004; Plass, Chun, Mayer & Leutner, 1998; Seufert, Schütze & Brünken, 2009).

Diese zusätzlich zu den vier Grundannahmen angesprochenen Aspekte wirken laut der CATLM an verschiedenen Punkten der Informationsverarbeitung und können somit Selektions-, Organisations- und Integrationsprozesse während der Text- und Bildverarbeitung beeinflussen. Die Überprüfung der von Moreno (2006b; Moreno & Mayer, 2007) postulierten Einflussfaktoren auf das Lernen mit Multimedia ist noch nicht weit vorangeschritten; hier besteht besonderer Forschungsbedarf.

2.3 Prozesse beim Lernen mit Multimedia

Der in der Annahme aktiver Informationsverarbeitung (s.o.; Kapitel 2.2; Mayer, 2014c) postulierte Dreischritt kognitiver Prozesse beim Lernen mit Multimedia *Selecting-Organizing-Integrating* ist dem von Mayer eingeführten SOI-Modell (Mayer, 1996) entnommen. Damit sollen grundlegende Prinzipien der Informationsverarbeitung charakterisiert werden (vgl. auch Mayer, 2008). Im SOI-Modell von Mayer (1996) wird unter *selecting* das allgemeine Auswählen von relevanter Information verstanden, welche von irrelevanter Information unterschieden werden muss. Unter *organizing* wird in diesem Modell das Erschließen bzw. Zusammenführen der relevanten aufgenommenen

Information in eine mentale Repräsentation verstanden. Der Prozess *integrating* bezeichnet die Verknüpfung organisierter Information mit bereits bestehenden Wissensstrukturen bzw. Vorwissen.

In der Theorie zum Lernen mit Multimedia (sowohl CTML als auch CATLM; Kapitel 2.2) werden diese Schritte leicht verändert definiert, da sie auf die Besonderheit multimedialen Lernens, nämlich die Verarbeitung zweier unterschiedlicher Präsentationsformen bzw. -modi übertragen werden. Prozesse der Informationsauswahl müssen deshalb sowohl für verbale (*selecting words*) als auch non-verbale (*selecting pictures*) Information durchgeführt werden. Die jeweils in ihrem Präsentationsmodus aufgenommenen Informationen werden dann erschlossen (*organizing words, organizing pictures*), ein verbales bzw. non-verbales mentales Modell wird entwickelt. Erst dann werden diese Modelle in eine gemeinsame mentale Repräsentation integriert und mit Vorwissen verknüpft (*integrating*; vgl. auch *Integrated Model of Text and Picture Comprehension*; Schnotz & Bannert, 2003). Bei einem Vergleich der beiden Prozessmodelle (SOI-Modell und CATLM-Übertragung) fällt auf, dass der Prozess *integrating* im Sinne der CATLM sowohl Aspekte der Informationsorganisation laut SOI-Modell, nämlich das Konstruieren einer mentalen Repräsentation enthält, während im SOI-Modell unter Integrationsprozessen lediglich die Einbettung in vorhandene Wissensstrukturen verstanden wird.

In anderen Arbeiten der Autoren der CATLM werden weitere kognitive Prozesse des Lernens mit Multimedia angesprochen (z.B. Moreno & Mayer, 2007): In Anlehnung an Annahmen der *Cognitive Load Theory* (CLT; Sweller, 2010) werden beispielsweise den verschiedenen Arten kognitiver Belastung (*extraneous, intrinsic, germane*, s. Kapitel 2.2) kognitive Prozesse beim Lernen mit multimedialen Instruktionen zugeordnet (Moreno & Mayer, 2007). Unter *extraneous processing* – bei Mayer und Moreno (2003) als *incidental processing* bezeichnet – werden alle kognitiven Prozesse verstanden, welche nicht direkt dem Lernprozess zuträglich sind, sondern durch eine nicht optimal gestaltete Lernumgebung entstehen. Hierzu zählen ebenfalls jene kognitiven Prozesse, welche für das Aufrechterhalten bereits aufgenommener Information zuständig sind (*representational holding*), um sie zu einem späteren Zeitpunkt mit weiteren Informationen zu verknüpfen. Moreno und Mayer (2007) verstehen diese Prozesse als eine Form von irrelevanter kognitiver Belastung, da sie ebenfalls durch die Materialgestaltung bedingt seien (z.B. *split-attention effect*; Ayres, & Sweller, 2014). Eine Kohärenzbildungsperspektive (s.u., vgl. Brünken; Seufert, Zander, 2005; Seufert, 2003), die postuliert, dass Prozesse der

Informationsaufrechterhaltung notwendig für ein übergreifendes Verstehen eines Lerngegenstandes sind, wird hier außer Acht gelassen, wenngleich die Autoren der CATLM selbst in früheren Schriften diese Prozesse als Form intrinsischer kognitiver Belastung definiert haben (Mayer & Moreno, 2003). Die im SOI-Modell von Mayer (1996) vorgestellten Prozesse werden von Moreno und Mayer (2007) Kategorien des *essential processing (selecting)* sowie *generative processing (organizing und integrating)* zugeordnet. Ein Mehrwert durch diese Verschiebung von Kategorien bezüglich des Erkenntnisgewinns ist nicht erkennbar. Dennoch werden in diesem Modell erstmals explizit Prozesse berücksichtigt, welche negativ mit der Wissenskonstruktion beim Lernen mit Multimedia in Verbindung stehen (z.B. *extraneous processing*).

Innerhalb der erwähnten Kohärenzbildungsperspektive werden lokale und globale Kohärenzbildungsprozesse beim Lernen mit Multimedia unterschieden (Seufert, 2003). Lokale Kohärenzbildung bezieht sich auf die Organisation von Informationen innerhalb einer Repräsentationsform (verbal oder nonverbal; vgl. *organizing words, organizing pictures*), globale Kohärenzbildung kann mit der Integration von Text- und Bildinformation beschrieben werden. Prozesse der Verknüpfung mit Vorwissen werden in diesem Zusammenhang nicht genannt, da sich dieser Ansatz explizit auf die primäre kognitive Verarbeitung im Arbeitsgedächtnis beim Lernen bezieht und sich sehr stark am *Integrated Model of Text and Picture Comprehension* (Schnotz & Bannert, 2003) orientiert. Anzumerken ist, dass eine weitere Differenzierung globaler Kohärenzbildungsprozesse in Bezug auf das Lernen mit Multimedia möglich wäre (vgl. Knörzer, Brünken & Park, subm. a): Prozesse einer *horizontalen* globalen Kohärenzbildung beschreiben dann Verknüpfungsprozesse zwischen gleichzeitig sichtbarer bzw. sich auf denselben Sachverhalt beziehender verbaler und non-verbaler Information; *vertikale* globale Kohärenzbildung findet bei einer Verknüpfung von über eine größere Zeitspanne hinweg präsentierter Information statt, wie z.B. bei Nachvollziehen eines prozeduralen Lerninhaltes, der über mehrere Lernseiten dargestellt wird. Die Begriffe horizontal bzw. vertikal beziehen sich auf die Zeitperspektive potentiell gleichzeitig (horizontal) oder nacheinander (vertikal) dargestellter Informationen.

Weitere in der CATLM (Kapitel 2.2; Moreno & Mayer, 2007) erwähnte Einflussfaktoren, welche auch als Prozesse aufgefasst werden könnten (metakognitive Prozesse, motivationale/affektive Prozesse), wurden bisher nicht in ein theoretisches Prozessmodell integriert. Zudem ist anzumerken, dass eine explizit auf Prozesse des Lernens mit Multimedia fokussierte Forschungsperspektive bisher nicht eingenommen

wurde, obwohl eine Beeinflussung der kognitiven Verarbeitungsprozesse als ein Ziel optimal gestalteter multimedialer Lernumgebungen genannt wird („reducing extraneous processing, [...] managing essential processing [...], fostering generative processing“; Mayer, 2008, S. 762; vgl. auch Mayer, 2014c; Sweller, 1999). In bisherigen Studien wurde lediglich implizit von differenzierenden Lernerfolgsmaßen, welche sich auf unterschiedliche Verarbeitungstiefen beziehen (z.B. Behalten, Verstehen, Transfer; vgl. *Levels of Processing Approach*; Craik & Lockhart, 1972) auf kognitive Prozessmerkmale des Lernens mit Multimedia geschlossen. Leutner (2014) vermutet hinter dem Auslassen dieser Prozessperspektive, dass keine geeigneten Methoden zur Erfassung kognitiver Prozesse verfügbar seien.

2.4 Exkurs: Methoden zur Erhebung von Prozessdaten beim Lernen mit Multimedia

In den letzten Jahren wird vermehrt gefordert, Lernprozesse in Studien zum Lernen mit Multimedia zu berücksichtigen. Methoden zur Erfassung kognitiver Prozesse beim Lernen mit Multimedia, die dieser Forderung gerecht werden, können als objektives Maß Blickbewegungsdaten (Eyetracking; Holmqvist et al., 2011) darstellen. Als subjektives Maß können verbale Daten, welche mittels Laut-Denk-Methoden (z.B. geleitetes retrospektives Laut-Denken; Ericsson & Simon, 1993; Holmqvist et al., 2011) erfasst werden, dienen. Im Folgenden werden beide für die der Dissertation zugrundeliegenden Studien relevanten Methoden kurz eingeführt.

2.4.1 Eyetracking

Mithilfe eines Eyetrackers können die Blickbewegungen von Probanden während der Bearbeitung einer Aufgabe aufgezeichnet werden. Die aufgezeichneten Daten werden insbesondere in Bezug auf spezifische interessierende Bereiche (*Areas of Interest*; AOIs) ausgewertet. Die *Eye-Mind*-Hypothese postuliert, dass fixierte Informationen gerade während der Dauer der Fixation kognitiv verarbeitet werden. Längere Fixationen werden nach diesem Verständnis als Indikatoren für tiefere Verarbeitungsprozesse angesehen (Rayner, 1998; Just & Carpenter, 1980; Holmqvist et al., 2011).³ In diesem Sinn wird auch die Anzahl von Fixationen als Indikator für kognitive Aktivität bei der Bearbeitung einer Aufgabe verwendet (vgl. Korbach, Brünken, & Park, resubm.). Eine höhere Anzahl von

³ Im Rahmen dieser Arbeit erfolgt nur eine stark verkürzte und vereinfachte Darstellung; differenziertere Ansätze zur Betrachtung bzw. Interpretation von Blickbewegungsdaten werden z.B. bei Holmqvist et al. (2011) dargestellt.

Fixationen wird ebenfalls als höhere relevante kognitive Belastung im Sinne des *germane cognitive load* interpretiert (vgl. Park, Korbach & Brünken, 2015). Im Bereich des Lernens mit Multimedia kann zudem die Anzahl sogenannter *transitions* bestimmt werden. Eine *transition* bezeichnet den Wechsel des Blickfokus beispielsweise von verbaler zu non-verbaler Information eines multimedialen Lernprogramms (oder auch von einer AOI zu einer anderen AOI). Dieses Maß kann einerseits als Indikator für (lernförderliche) Matching-Prozesse zwischen Text- und Bildinformation (s.o., vgl. *integrating sensu* Mayer, 2014c) interpretiert werden (Holsanova, Holmberg, & Holmqvist, 2009; Hyönä, 2010; Schmidt-Weigand, Kohnert & Glowalla, 2010). Andererseits kann eine hohe Anzahl an *transitions* auch durch die Komplexität eines Lernmaterials bedingt sein (Stolk & Brok, 1999). Die Methode des Eyetracking lässt sich beispielsweise bei der Untersuchung von Lernaufgaben einsetzen, da die Aufgabenbearbeitung durch die Aufzeichnung der Daten nicht beeinflusst und somit eine Online-Erfassung von Lernprozessen ermöglicht wird.

2.4.2 Geleitetes retrospektives Laut-Denken

Die Erhebung von Prozessdaten im Bereich qualitativer Forschung bezieht sich meist auf Laut-Denk-Methoden (Ericsson & Simon, 1993). Entwickelt wurden zunächst Methoden des konkurrenten bzw. gleichzeitigen Laut-Denkens, bei denen Probanden während der Bearbeitung einer Aufgabe alle ihre Gedanken verbalisieren sollen. Kritik an dieser Methode betrifft insbesondere Reaktivitätsprobleme mit der Aufgabenstellung: Durch das Verbalisieren verlängert sich möglicherweise die Bearbeitungszeit und in einer Art Selbsterklärungseffekt (Wylie & Chi, 2014) können Ergebnisse der Aufgabenbearbeitung verfälscht werden. Bei Methoden des retrospektiven Laut-Denkens ist dies nicht der Fall, da Probanden zunächst die Aufgabe bearbeiten und erst im Anschluss daran aufgefordert werden, retrospektiv die Kognitionen, die sie während der Aufgabenbearbeitung hatten, darzulegen. Dennoch ist auch diese Variante der Methode nicht frei von Problemen (Kuusela & Paul, 2000). So verbalisieren Probanden vermutlich nicht alle Kognitionen, sondern geben lediglich ihrer Meinung nach relevante Informationen nach subjektiven (oftmals unbewussten) Entscheidungen *gefiltert* preis. Es besteht somit die Gefahr eines Informationsverlustes, der zudem durch Erinnerungsprozesse bedingt sein kann. Ebenfalls enthalten retrospektive Laut-Denk-Protokolle oft auch Handlungsrechtfertigungen oder Attributionen (Ursachenzuschreibungen), sodass der Lernprozess nicht unverfälscht nachvollzogen werden kann (vgl. Kuusela & Paul, 2000). In der Methode des geleiteten

retrospektiven Laut-Denkens⁴, bei welcher Probanden eine Aufzeichnung von Blickbewegungsdaten gezeigt bekommen, die bei ihrer Aufgabenbearbeitung erhoben wurden, werden Erinnerungsprozesse unterstützt. Hiermit könnte der mögliche Informationsverlust durch die retrospektive Methode teilweise kompensiert werden. Im Vergleich zur Anwendung der Methode des gleichzeitigen Laut-Denkens bringen Probanden beim geleiteten retrospektiven Laut-Denken längere und detailliertere Verbalisierungen von höherer Qualität hervor (Hansen, 1991; Hyrskykari, Ovaska, Majaranta, Rähä & Lehtinen, 2008; Russo, 1979; van Gog et al., 2005). Zudem beziehen sie sich mehr auf kognitive Prozesse anstatt Beschreibungen aufgabenbezogener Handlungen zu verbalisieren (Hansen, 1991; Hyrskykari et al., 2008).

Gerade eine Kombination der objektiven und subjektiven Methoden zur Erfassung kognitiver Prozesse im geleiteten retrospektiven Laut-Denken und eine sich daran anschließende Auswertung sowohl der Blickbewegungs- als auch der Laut-Denk-Daten kann durch die Datentriangulation bedeutsame Einblicke in Lernprozesse geben.

⁴ Im englischsprachigen Raum wird die Methode oft unterschiedlich benannt: z.B. *stimulated retrospective think-aloud (RTA)*, *cued retrospective reporting*, *eye movement supported verbal retrospection* (Hansen, 1991) oder *Post Experience Eye tracking Protocol (PEEP)* (Petrie & Harrison, 2009; Ball, Eger, Stevens, & Dodd, 2006).

3 Emotionen

Neben Lernen mit Multimedia stellt das Konstrukt Emotion bzw. Emotionen im Mittelpunkt aller durchgeführten Studien, welche dieser Dissertationsschrift zugrundeliegen. Das Konstrukt Emotion ist aufgrund seiner Komplexität und Vielseitigkeit nur schwer zu definieren. Deshalb erfolgt in diesem Kapitel zunächst ein kurzer Einblick in verschiedene theoretische Perspektiven, welche in Bezug auf dieses Konstrukt entwickelt wurden (Kapitel 3.1). Diese Einführung soll das spätere Verständnis der in Kapitel 3.2 eingeführten Definition von Emotionen erleichtern und vertiefen. In Kapitel 3.3 werden abschließend mögliche Ansätze zur Strukturierung bzw. strukturellen Anordnung von unterschiedlichen Emotionen eingeführt.

3.1 Theoretische Perspektiven

In der Psychologie wurde eine Vielzahl von Theorien in Bezug auf das Konstrukt Emotion entwickelt, die sich in ihren zugrundeliegenden Emotionsdefinitionen, Kategorisierungen bzw. Taxonomisierungen von Emotionen sowie Erklärungen der Emotionsentstehung und -aufrechterhaltung unterscheiden (vgl. z.B. Kleinginna & Kleinginna, 1981; Scherer, 1990; Shuman & Scherer, 2014). Auch die Möglichkeiten einer systematischen Gruppierung dieser unterschiedlichen Theorien sind vielfältig. So können sie nach Shuman und Scherer (2014) in Basisemotionstheorien (z.B. Ekman, 1992; Izard, 1977, 2007; Plutchik, 2001), Appraisaltheorien (z.B. Arnold, 1960; Ellsworth & Smith, 1988; Lazarus, 1968; Ortony, Clore & Collins, 1990), psychologisch konstruktivistische Theorien (z.B. Barrett, 2006a, 2006b; Russell, 2003, 2005, 2009) und Theorien nonlinearer dynamischer Systeme (Camras, 2011; Fogel et al., 1992; Lewis, 2005) zusammengefasst werden; einige dieser theoretischen Ansätze sind miteinander kompatibel. Eine Gemeinsamkeit vieler dieser Theorien gründet in der Annahme, dass Emotionen mehrere Facetten bzw. Komponenten aufweisen, die gemeinsam zum Emotionserleben beitragen. Allerdings existieren auch theoretische Ansätze und Definitionen, welche – mal mehr, mal weniger eindeutig – eine Emotionskomponente bei der Auslösung einer Emotion sowie als Grundlage zur Differenzierung verschiedener Emotionen in den Mittelpunkt stellen (vgl. Kleinginna & Kleinginna, 1981; Scherer, 1990). Die James-Lange-Theorie (James, 1884; Lange, 1885/1887) betont physiologische Auslöser von Emotionen, einige Appraisaltheorien beziehen sich auf kognitive Bewertungsprozesse, welche zur Emotionsentstehung beitragen (z.B. Arnold, 1960; Lazarus, 1968), evolutionspsychologische Ansätze orientieren sich zumeist am Emotionsausdruck und differenzieren nach diesem

Basisemotionen, welche interkulturell verständlich sein sollen (vgl. Ekman, 1999); andere Autoren stellen motivationale Funktionen von Emotionen in den Mittelpunkt (vgl. z.B. Buck, 1985; Frijda, 1986). Stärker phänomenologisch geprägte Theorien, die näher an der Philosophie anzusiedeln sind, fokussieren schließlich das Gefühl als Essenz einer Emotion (vgl. Heller, 1980; Russell, 2003, 2005; Sartre, 1948).

Trotz multipler Perspektiven auf das Konstrukt Emotion sowie unterschiedlicher theoretischer Ansätze, hat sich mittlerweile eine Arbeitsdefinition von Scherer (1990, 2005) als konsensfähig erwiesen, da sie mehrere Perspektiven integriert (ohne jedoch den Anspruch auf Vollständigkeit zu erheben, vgl. Scherer, 1990). Zudem bietet diese Definition zahlreiche Ansatzpunkte, die sich als fruchtbar für empirische Arbeiten unter anderem zu Emotionen im Lern- und Leistungskontext (vgl. Pekrun, 2006) herausgestellt haben.

3.2 Definition

Nach der Definition von Scherer (1990; Shuman & Scherer, 2014; siehe auch Pekrun, 2006) kann die Bewertung eines vom Individuum als bedeutsam eingestuften, spezifischen externen (Umweltreiz) oder internen (mentale Repräsentation eines Ereignisses) Reizes eine Emotion auslösen. Diese wird als Prozess definiert, an dem in wechselseitiger Beziehung alle organismischen Subsysteme beteiligt sind (vgl. Mulligan & Scherer, 2012; Scherer, 1986, 1990; Shuman & Scherer, 2014). Eine Emotion ist folglich durch fünf Komponenten gekennzeichnet, welche sich als koordinierte Zustandsformen jeweils auf die Funktion eines organismischen Subsystems beziehen (vgl. Scherer, 1990; siehe auch Frenzel, Götz & Pekrun, 2009; Pekrun, 2006): (1) Die motivationale Komponente bezieht sich auf handlungsvorbereitende Funktionen bzw. Verhaltenstendenzen, welche mit dem Emotionserleben einhergehen (z.B. Annäherungs-/Rückzugstendenzen), (2) die kognitive Komponente beschreibt Prozesse des Informationsverarbeitungssystems, die an der Bewertung des Reizes sowie die an hierdurch ausgelösten Reaktionen bzw. Kognitionen beteiligt sind (z.B. Sorgen), (3) die physiologische Komponente beschreibt Reaktionen des organismischen regulierenden Versorgungssystems (z.B. Schwitzen, Zittern), (4) die Ausdrucks- bzw. expressive Komponente bezieht sich auf Kommunikationsprozesse des Aktionssystems (z.B. Lächeln), (5) die Gefühlskomponente umfasst Funktionen des Kontrollsystems, welches durch Reflexion den gegenwärtigen Zustand der anderen organismischen Subsysteme reflektiert und integriert (Gefühl der Angst, Freude).

Trotz der Sichtweise, dass eine Emotion als Prozess definiert wird, kann aufgrund der engen Wechselwirkungen zwischen den Subsystemen keine eindeutige Unterscheidung über „Antezedenz, Essenz und Konsequenz“ (Scherer, 1990, S. 3) getroffen werden. Zudem gilt, dass lediglich als bedeutsam bewertete diskrete Reize bzw. Ereignisse eine Emotion hervorrufen können und dass Veränderungen in den Zuständen aller organismischen Subsysteme, welche als Abweichungen von einer Baseline bzw. einem vorhergehenden Zustand gemeint sind, eine Voraussetzung für das Entstehen einer Emotion darstellen.

Die Konstrukte Emotion, Stimmung und Affekt sind eng miteinander verwandt, in einigen Kontexten werden diese Begriffe sogar synonym verwendet (z.B. bei Westermann, Spies, Stahl & Hesse, 1996), was möglicherweise der bisher mangelnden empirisch fundierten Differenzierung geschuldet ist (vgl. Beedie, Terry & Lane, 2005; Beedie, Terry, Lane & Devonport, 2011). Eine Abgrenzung erscheint unter Berücksichtigung der Dimensionen Intensität und Dauer möglich (vgl. Ekman & Davidson, 1994; Sokolowski, 2008): Während im deutschsprachigen Raum Stimmung durch geringe Intensität und lange Dauer, Emotionen durch mittlere Intensität und kürzere Dauer charakterisiert werden, besitzt Affekt eine sehr hohe Intensität und sehr kurze Dauer in Kombination mit starken Verhaltenstendenzen (vgl. „im Affekt handeln“; Sokolowski, 2008). Im englischsprachigen Raum, international meist anerkannt und deshalb für die vorliegende Arbeit maßgebend, ist die Unterscheidung von Stimmung und Emotion nach Intensität und Dauer; Affekt wird als Überbegriff für Emotion und Stimmung verwendet. In Anlehnung an die Emotionsdefinition von Scherer (1990, s.o.) können Emotion und Stimmung auch bezüglich des auslösenden Reizes unterschieden werden: Während Emotionen als Reaktion auf spezifische Ereignisse (oder spezifische mentale Repräsentationen) zurückzuführen sind, werden Stimmungen in den meisten Fällen nicht durch diskrete Ereignisse hervorgerufen und weisen somit eine geringere Objektbezogenheit auf (Ekman, 1999; Scherer, 1990; Sokolowski, 2008). In diesem Sinn ähnelt das Konstrukt der Stimmung eher dem des *Core Affect* von Russell (1980, 2003, 2005, 2009). Weiter sind Wechselwirkungen zwischen Stimmungen, Emotionen und affektiven Einstellungen (keine Emotion, da nicht alle Subsysteme beteiligt sind; Scherer, 1990, 2005) zu vermuten, welche eine (empirische) Differenzierung zusätzlich erschweren (vgl. Frijda, 1986; Izard, 1977; Scherer, 1990). Einen Versuch, die Konstrukte Emotion und Stimmung auf empirischer Basis zu differenzieren haben Beedie und Kollegen (Beedie, Terry & Lane, 2005; Beedie, Terry, Lane & Devonport, 2011) unternommen. Diese Autoren haben zudem weitere Merkmale

zur Unterscheidung vorgeschlagen, deren Darstellung allerdings den Rahmen der vorliegenden Arbeit sprengen würde.

3.3 Struktur von Emotionen

Je nach theoretischer Perspektive werden Emotionen unterschiedlich gruppiert bzw. klassifiziert. Die Ansätze der Taxonomisierung von Emotionen lassen sich in kategoriale Modelle bzw. Modelle diskreter Emotionen sowie dimensionale Modelle untergliedern (vgl. u.a. Frenzel et al., 2009; Sloboda & Juslin, 2009; Watson & Vaidya, 2003). In neueren Entwicklungen wird sogar eine Synthese der Ansätze in einem hierarchischen Strukturmodell versucht.

Kategoriale Modelle basieren zumeist auf Basisemotionstheorien (s.o., z.B. Ekman, 1992; Plutchik, 2001) oder phänomenologischen Theorien. Für diese Modelle wird versucht, einen Katalog von diskreten Emotionen bzw. „Einzelemotionen“ zu bestimmen, um qualitativ unterschiedliche Emotionen zu differenzieren. Befürworter dieses Ansatzes argumentieren aus phänomenologischer Perspektive, dass große Unterschiede im gefühlsmäßigen Erleben einzelner Emotionen nicht hinreichend durch dimensionale Modelle abgebildet werden können. So werden oft beispielhaft die diskreten (Basis-)Emotionen Ärger und Angst angeführt, welche in den meisten dimensional Modellen als verwandt angesehen werden, da sie bezüglich der einbezogenen Dimensionen (s.u.) ähnlich charakterisiert werden (vgl. Frenzel et al., 2009).

In dimensional Modellen werden Emotionen zumeist nach ihren Ausprägungen bezüglich der als orthogonal angenommenen Dimensionen Valenz der Emotion (positiv – negativ) und Aktivierung bzw. Arousal (hoch – niedrig) charakterisiert (vgl. Russell, 1980; Watson, Clark & Tellegen, 1988).⁵ Diese Anordnung von Emotionen basiert auf dem *Circumplex Model of Affect* von Russell (1980, 2003, 2009) und wurde in der Vergangenheit auch als Ausgangspunkt für die Erstellung von Messinstrumenten verwendet. Das wohl bekannteste und am häufigsten eingesetzte Instrument zur Erfassung von Emotionen ist der PANAS-Fragebogen von Watson, Clark und Tellegen (1988; Tellegen, Watson & Clark, 1999; Watson & Clark, 1994), mit welchem die Dimensionen *Positive Activation* (Positive Aktivierung) und *Negative Activation* (Negative Aktivierung; ehemals *Positive Affect* und *Negative Affect*, vgl. Watson et al., 1988; Watson & Clark,

⁵ Es gibt auch weitere Dimensionen, die zur Klassifizierung herangezogen werden können (z.B. Intensität, erlebte Dominanz; vgl. Frenzel, Götz & Pekrun, 2009). Diese sind allerdings für die vorliegende Arbeit nicht relevant.

1994) erfasst werden. Die Autoren argumentieren, dass ein dimensionales Modell mit diesen Dimensionen dem um 45° gedrehten Kreismodell von Russell entspräche, allerdings messmethodisch bessere Eigenschaften besäße (vgl. Tellegen et al., 1999; Watson & Clark, 1994; Watson et al., 1988; vgl. Abbildung 2). Tellegen und Kollegen (1999) postulieren zudem eine hierarchische Struktur von Emotionen: Hier wird die Valenz als ein übergeordneter Faktor des Emotionserlebens dargestellt; auf der nächsten Hierarchieebene liegen die Dimensionen positive und negative Aktivierung und auf unterster Ebene die diskreten Emotionen (Tellegen et al., 1999; s. auch Gray & Watson, 2007). Anhand dieses Modells kann zudem auf die interessante Eigenschaft hingewiesen werden, dass sich meistens die Items zur Erfassung bestimmter dimensionaler Emotionsmerkmale an diskreten Emotionen und deren dimensionaler Kategorisierung orientieren, sodass in diesen Emotionsfragebogen der kategoriale und der dimensionale Ansatz vereint werden.⁶

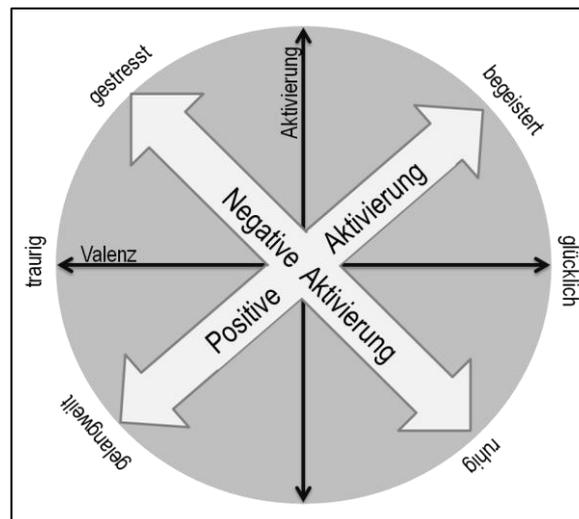


Abbildung 2. Kreismodell zur Struktur von Emotionen (angelehnt an Knörzer, Brünken & Park, 2016; Schallberger, 2005; Watson & Tellegen, 1985).

Eine weitere Synthese der Ansätze wird erreicht durch die Betrachtung einzelner Quadranten des ursprünglichen Kreismodells bzw. einer Projektion diskreter Emotionen auf die dimensionale Struktur (vgl. Izard, 2007; Scherer, 2005; Shuman & Scherer, 2014). So können Emotionen anhand eines Vierfelderschemas als positiv-aktivierend (z.B. Freude), positiv-deaktivierend (z.B. Erleichterung), negativ-aktivierend (z.B. Ärger, Angst)

⁶ Es existieren auch Messinstrumente, die zum Großteil auf den Rückgriff auf diskrete Emotionen verzichten und rein dimensional arbeiten wie z.B. *Affect Grid* (Russell, Weiss, & Mendelsohn, 1989) oder *Evaluative Space Grid* (Larsen, Norris, McGraw, Hawkey, & Cacioppo, 2008).

oder negativ-deaktivierend (z.B. Trauer) klassifiziert werden (vgl. Frenzel et al., 2009; Pekrun, 2006).

Der PANAS-Fragebogen ist seit seiner Einführung 1988 einiger Kritik ausgesetzt. So wird unter anderem das unipolare Itemformat als Widerspruch zur Kreisstruktur des zugrundeliegenden Modells bzw. der abgebildeten Skalen empfunden (vgl. Larsen & Diener, 1992; Mossholder, Kemery, Harris, Armenakis & McGrath, 1994; Nemanick & Munz, 1994; Watson & Vaidya, 2003); zudem bezeichnen die verwendeten Adjektive (diskreter Emotionen) zur Erfassung der Emotionsdimensionen lediglich die oberen Pole der Skalen (vgl. Schallberger, 2005; Watson & Vaidya, 2003). Um potentiellen Akquieszenzeffekten entgegenzuwirken und zudem die Augenscheinvalidität des Fragebogens zu verbessern, wurde von Schallberger (2005, siehe dort eine ausführliche Begründung) eine Modifikation des Messinstrumentes vorgeschlagen, in welcher die drei Dimensionen positive Aktivierung, negative Aktivierung und Valenz anhand von bipolaren Items erfasst werden (Schallberger, 2005).

4 Emotionen, kognitive Prozesse und Lernercharakteristika

Ausgehend von einer kurzen Darstellung der inkonsistenten Befundlage in Bezug auf Effekte unterschiedlicher Emotionen auf kognitive Prozesse (Kapitel 4.1) werden verschiedene Erklärungsansätze dargestellt (Kapitel 4.2). Diese in Abschnitt 4.2 eingeführten Annahmen, welche insbesondere für Publikation II relevant sind, orientieren sich an Konstrukten bzw. Variablen, denen bezüglich der Wirkung von Emotionen auf kognitive Prozesse erklärende Funktion zukommen kann. Explizit beziehen sich diese Annahmen auf irrelevante kognitive Belastung (4.2.1), Motivation (4.2.2), Aufmerksamkeit (4.2.3) und Verarbeitungsstile (4.2.4), welche durch Emotionen beeinflusst werden und ihrerseits einen Einfluss auf kognitive Prozesse bzw. Lernen haben können. Die Beziehung zwischen diesen Annahmen wird kurz in Kapitel 4.2.5 dargestellt. Auf den potentiell moderierenden Einfluss unterschiedlicher Lernercharakteristika in Bezug auf Effekte von Emotionen im Kontext des Lernens mit Multimedia wird in Kapitel 4.3 eingegangen. Genauer beschrieben werden hier die in Publikation III integrierten Variablen kognitive Ressourcen von Lernenden, welche durch deren Arbeitsgedächtniskapazität und Vorwissen gekennzeichnet sind (4.3.1) sowie die Persönlichkeitsfaktoren Neurotizismus und Offenheit für Erfahrung (4.3.2).

4.1 Befundlage zu Effekten von Emotionen auf kognitive Prozesse

Viele Studien berichten „valenzkongruente“ Effekte von Emotionen auf kognitive Prozesse, d.h. positive Effekte positiver Emotionen und negative Effekte negativer Emotionen (z.B. Gillet, Vallerand, Lafrenière & Bureau, 2013; Isen, Daubmann & Nowicki, 1987). Allerdings wurden in anderen Studien auch negative Effekte positiver Emotionen (z.B. Bodenhausen, 1993; Seibert & Ellis, 1991b) oder positive Effekte negativer Emotionen (z.B. Lasauskiate, Gendolla & Silvestrini, 2013; Sinclair & Mark, 1992) gezeigt. Zudem werden dem *mood-congruency*-Prinzip folgend Befunde präsentiert, welche eine verbesserte Verarbeitung stimmungskongruenter Stimuli belegen (z.B. Fiedler, Nickel, Asbeck & Pagel, 2003; Isen, 1984). Allerdings ist auch hier die Befundlage nicht eindeutig (Chastain, Seibert & Ferraro, 1995; Fiedler et al., 2003; Werner & Rothermund, 2013).

Im Bereich der Forschung zum Lernen mit Multimedia zeigen bisherige Studien lernförderliche Effekte positiver (induzierter) Emotionen auf den Lernerfolg. In der Studie von Um et al. (2012) führten positive Emotionen zu verbesserter Leistung in einem Transfer- aber nicht in einem Verstehenstest nach dem Lernen im Vergleich zu einer

neutralen Kontrollgruppe. Diese Ergebnisse wurden von Plass et al (2014, Exp. 1) repliziert. In einer Studie von Liew & Tan (2016) beeinflussten positive Emotionen den Lernerfolg nicht im Vergleich zu einer neutralen Kontrollgruppe (Experiment 1), negative Emotionen führten zu einem geringeren Lernerfolg als eine Kontrollgruppe (Experiment 2).

Die dennoch insgesamt inkonsistente Befundlage zu Effekten von Emotionen auf Lernergebnisse und kognitive Prozesse kann multipel bedingt sein. Sie kann durch Unterschiede in den untersuchten abhängigen Variablen begründet sein: Bisher wurden Effekte von Emotionen auf kognitive Prozesse insbesondere in Studien, welche als Grundlagenforschung bezeichnet werden können, untersucht (z.B. Frederickson & Branigan, 2005; Seibert & Ellis, 1991b). Nur wenige Studien beziehen sich auf komplexere Verarbeitungsprozesse wie Problemlösen (Spering, Wagener & Funke, 2005) oder Lernen mit Multimedia (Liew & Tan, 2016). Auch in diesen Studien mögen die abhängigen Variablen unterschiedlich operationalisiert sein. Zudem wurden in der Vergangenheit oftmals keine Variablen berücksichtigt, welche die Effekte erklären können (z.B. Ellis, Thomas & Rodriguez, 1984; Isen et al., 1987; Oaksford, Morris, Grainger & Williams, 1996). Weiter werden selten moderierende Drittvariablen wie beispielsweise Einflüsse von Lernercharakteristika integriert (s.u., Kapitel 4.3).

4.2 Erklärungsansätze für Effekte von Emotionen auf kognitive Prozesse

Von Um et al. (2012) werden die unterschiedlichen theoretischen Annahmen sowie Befunde unter zwei allgemeinen, kontrastierenden Hypothesen zusammengefasst. Die *emotions-as-facilitator-of-learning*-Hypothese postuliert, dass Emotionen einen positiven Einfluss auf kognitive Verarbeitungsprozesse haben und sich somit als lernförderlich erweisen. Im Gegensatz dazu sagt die *emotions-as-suppressor-of-learning*-Hypothese einen kognitive Prozesse und insbesondere Lernprozesse beeinträchtigenden Effekt vorher. Diese umfassenden Hypothesen beinhalten allerdings implizit zusätzliche Annahmen zu Mechanismen, welche für Effekte in die eine oder andere Richtung verantwortlich sind. Diese potentiellen Mechanismen werden im Folgenden zu vier Annahmen zusammengefasst (vgl. auch Bless & Fiedler, 2006; Pekrun, 2006).

4.2.1 Extraneous-Load-Annahme

Die Extraneous-Load-Annahme postuliert die *emotions-as-suppressor-of-learning*-Hypothese unterstützend, dass sowohl positive als auch negative Emotionen in der

Terminologie der CLT (Sweller, 2010; vgl. Kapitel 2.2) eine Art *extraneous cognitive load* darstellen und sich dadurch als lernhinderlich erweisen. Diese Art kognitiver Belastung entsteht durch die angenommene kognitive Komponente von Emotionen (vgl. Emotionsdefinition in Kapitel 3.2; Scherer, 1990; Shuman & Scherer, 2014), durch welche bedingt während einer kognitiven Aktivität (z.B. Lernen) kognitive Ressourcen gebunden sind, welche nicht für relevante kognitive Prozesse genutzt werden können. Im Sinne der Prozessperspektive auf das Lernen mit Multimedia (s. Kapitel 2.3) sind damit irrelevante kognitive Prozesse gemeint, welche durch Emotionen verstärkt hervorgerufen werden (Ellis, Thomas, McFarland & Lane, 1985; Ellis et al., 1984; Oaksford et al., 1996).

4.2.2 Motivationsannahme

Die Konstrukte Emotion und Motivation sind eng miteinander verwandt. Motivation kann definiert werden als eine aktivierende Handlungstendenz zur Erreichung eines positiv bewerteten Zielzustandes (Rheinberg, 2008). Unterschieden werden kann unter anderem zwischen intrinsischer und extrinsischer Motivation. Während bei intrinsischer Motivation eine Handlung um ihrer selbst willen ausgeführt wird, bezeichnet extrinsische Motivation eine Handlungstendenz, die auf Faktoren außerhalb der Handlung wie beispielsweise der Erwartung angenehmer Konsequenzen zurückzuführen ist (vgl. Deci & Ryan, 2000; Schiefele & Köller, 2010).

Unter Bezugnahme auf die eingeführte Definition von Emotionen kann einer erlebten Emotion eine Verhaltenstendenz zugesprochen werden, welche im Sinne einer Motivation (daher motivationale Komponente, vgl. Kapitel 3.2) eingeschätzt werden kann.⁷ In der Forschung zu Emotionen wurden zwei grundlegende motivationale Prinzipien bestimmt: Das *mood-maintenance*-Prinzip postuliert, dass positiv bewertete emotionale Zustände eher beibehalten werden, das *mood-repair*-Prinzip bezieht sich auf die Tendenz, negativ bewertete emotionale Zustände zu verbessern (Bless & Fiedler, 2006).

Die Motivationsannahme im Rahmen dieser Arbeit bezieht sich vor allem auf einen lernförderlichen Effekt von positiven und negativen Emotionen (*emotions-as-facilitator-of-learning*-Hypothese). So wird ein positiver Zusammenhang von positiven Emotionen und intrinsischer Motivation vermutet und darüber ein lernförderlicher Effekt postuliert (vgl. Pekrun, 2006), welcher in vielen empirischen Studien bereits nachgewiesen wurde (z.B.

⁷ Dies ist nur eine mögliche Sichtweise auf den Zusammenhang der beiden Konstrukte. Auf eine elaborierte Diskussion weiterer Perspektiven (z.B. Rheinberg, 1999) wird im Rahmen dieser Arbeit verzichtet.

Eflkides, Kourkoulou, Mitsiou & Ziliaskopoulou, 2006; Isen & Reeve, 2005; Liew & Tan, 2016; Pekrun et al., 2002). Negative Emotionen können extrinsische Motivation fördern (Gillet et al., 2013; Pekrun, 2006), da unter der Erwartung eines Erfolges (z.B. erfolgreiches Abschneiden in einem Test) dadurch entstehende positive Emotionen angestrebt werden (vgl. *mood-repair*-Prinzip). Zudem kann durch beispielsweise eine kognitiv anspruchsvolle Tätigkeit (z.B. Lernen) von der Empfindung negativer Emotionen abgelenkt werden, sodass eine direkte Verbesserung des emotionalen Zustandes erfolgt (Fiedler et al., 2003).

Bisherige Befunde zum Zusammenhang von negativen Emotionen und Motivation sind nicht einheitlich. Während manche Studien den angenommenen Zusammenhang nachweisen (Pekrun et al., 2002; vgl. Forgas, 2013; Vallerand, 2007), berichten andere Studien von einem negativen Zusammenhang von negativen Emotionen insbesondere mit intrinsischer Motivation (Kim & Hodges, 2012; Turner, Thorpe, & Meyer, 1998).

4.2.3 Aufmerksamkeitsannahme

Aufmerksamkeitszuwendung ist eine notwendige Bedingung für die Verarbeitung lernrelevanten Materials. Es wird angenommen, dass Emotionen den Aufmerksamkeitsfokus von Lernenden verändern, verschieben oder auch ablenken können (Gasper & Clore, 2002; Frederickson & Branigan, 2005). Im Gegensatz zur Extraneous-Load-Annahme (s.o., Kapitel 4.1.2) stehen aber keine Einflüsse auf mentale Verarbeitungsprozesse, sondern Effekte auf Wahrnehmungsprozesse im Vordergrund.

Die *broaden-and-built*-Theorie (Frederickson & Branigan, 2005; Frederickson, 2001) nimmt an, dass positive Emotionen zu einer Erweiterung des Aufmerksamkeitsfokus (*broaden hypothesis*) und negative Emotionen zu einer Verengung (*narrow hypothesis*) desselben führen. Verschiedene Studien konnten die Gültigkeit dieser Hypothesen bestätigen (Chastain et al., 1995; Frederickson & Branigan, 2005; Huntsinger, 2013). In diesem Sinn können negative Emotionen zu einer stärkeren Fokussierung auf Stimuli (z.B. Lernmaterialien) führen, welche dann genauer und aktiver angeschaut werden (Kaspar et al., 2013) und zu verbesserter Verarbeitung beitragen (Jefferies, Smilek, Eich & Enns, 2008). Positive Emotionen können ebenfalls zu einer längeren Bildbetrachtung beitragen (Kaspar et al., 2013). In weiteren Studien wurde im Einklang mit dieser Theorie gezeigt, dass positive Emotionen zu eher globaler Aufmerksamkeitszuweisung, negative Emotionen eher einem lokalen Aufmerksamkeitsfokus führen (Basso, Schefft, Ris & Dember, 1996; Derryberry & Reed, 1998). Eine Ablenkung der Aufmerksamkeit weg von

externalen Stimuli bzw. auch eine Verschiebung des Aufmerksamkeitsfokus zu internalen Stimuli (z.B. Ellis & Ashbrook, 1988; Wood, Saltzberg & Goldsamt, 1990) wurden ebenfalls bereits berichtet.

Insgesamt können nach dieser Annahme einerseits positive wie negative Emotionen zu schlechteren Lernergebnissen führen, da sie den Aufmerksamkeitsfokus verschieben oder ablenken. Andererseits könnten sich negative Emotionen aufgrund stärkerer Fokussierung auf Stimulusmaterial positiv auf Lernergebnisse auswirken. Unter Bezugnahme auf die *broaden-and-build*-Theorie sind zudem Effekte, die durch die Art des Stimulusmaterials bedingt sind, nicht auszuschließen.

4.2.4 Annahme der Verarbeitungsstile

Die Annahme der Verarbeitungsstile postuliert qualitativ unterschiedliche Arten der Informationsverarbeitung für unterschiedliche emotionale Zustände (Kuhl, 2000). So fördern positive Emotionen heuristisches Denken und eine eher holistische Informationsverarbeitung (Bless & Fiedler, 2006). Sie sind zudem mit divergentem und kreativem Denken assoziiert (Isen et al., 1987). Dieser Verarbeitungsstil kann jedoch auch zu oberflächlicher Informationsverarbeitung und intuitiveren Urteilen führen (Bodenhausen, 1993; Huber, Beckmann & Herrmann, 2004; Kahnemann, 2012). Negative Emotionen führen eher zu einem analytischen und konvergenten Verarbeitungsstil, welcher mit der Verarbeitung von mehr Details präsentierter Information einhergeht (Fiedler et al., 2003; Sinclair & Mark, 1992; Spring et al., 2005). Zudem werden bei negativen Affekten neue Informationen kritischer bewertet und systematischer verarbeitet (Bless & Fiedler, 1995; Forgas, 2013; Kahnemann, 2012).

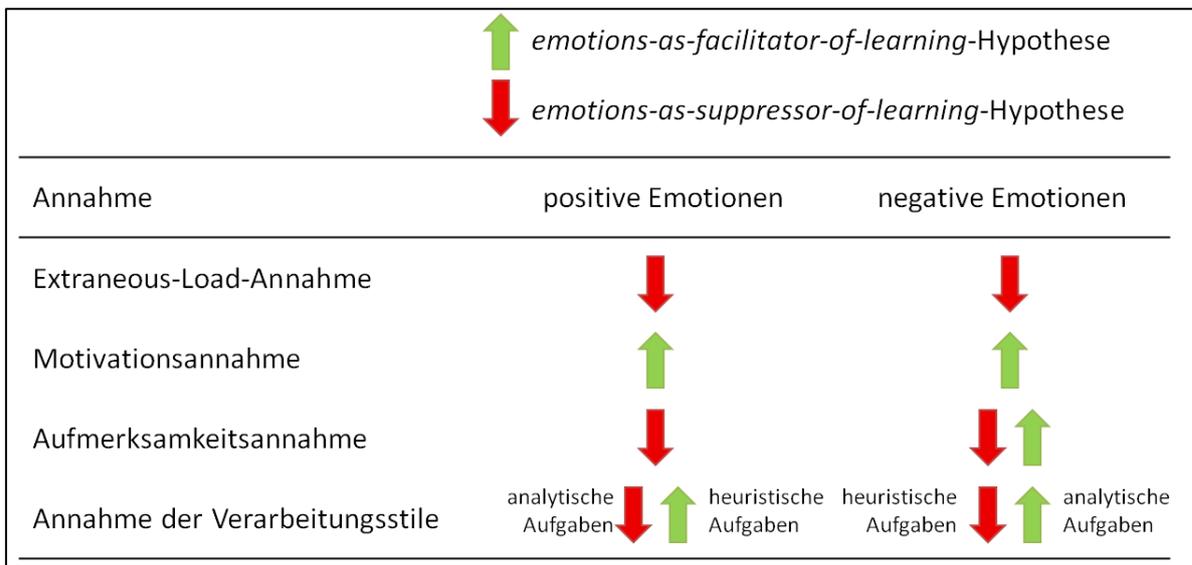
Nach der Annahme der Verarbeitungsstile wird somit auch das Stimulusmaterial als verantwortlich dafür angesehen, welche Emotionen förderliche bzw. nachteilige Effekte haben können. Erfordert die zu bearbeitende Aufgabe analytische Informationsverarbeitung, können negativ Emotionen positive Effekte herbeiführen. Bei heuristischen Aufgaben würden positive Emotionen vorteilhaft sein (vgl. z.B. Isen et al., 1987).

4.2.5 Beziehung zwischen den Annahmen

Die vier zuvor dargestellten Annahmen sind mit ihrem hypothetischen Befundmuster in Bezug auf Wirkungen von positiven und negativen Emotionen auf Lernerfolgsmaße in Abbildung 3 dargestellt. Anzumerken ist, dass sich diese vier

Annahmen ergänzen, erst eine Kombination verschiedener Annahmen ermöglicht ein stimmiges Erklärungskonzept zum Einfluss von Emotionen. Insofern bedeutet die Zustimmung zu einer Annahme nicht gleichzeitig die Ablehnung anderer Annahmen.

Abbildung 3. Hypothetisches Befundmuster der vier Annahmen in Bezug auf Wirkungen positiver und negativer Emotionen auf Lernerfolgsmaße.



Die negativen Effekte von Emotionen auf Leistung können beispielsweise erklärt werden durch eine Ablenkung des Aufmerksamkeitsfokus (Aufmerksamkeitsannahme), welche zu irrelevanten kognitiven Prozessen führen (Extraneous-Load-Annahme; vgl. Seibert & Ellis, 1991). In der Folge wäre möglicherweise nur noch eine oberflächliche Informationsverarbeitung möglich (Annahme der Verarbeitungsstile). Ein lernförderlicher Effekt von Emotionen auf Leistung, der durch die Motivationsannahme gestützt wird, kann beispielsweise bei negativen Emotionen zu einer größeren Fokussierung (Aufmerksamkeitsannahme) führen und mit einem detaillierteren Verarbeitungsstil (Annahme der Verarbeitungsstile) einhergehen.

Zudem ist anzumerken, dass bei der empirischen Analyse von Effekten unterschiedlicher Emotionen auch in einer Studie unterschiedliche Erklärungsmuster für die einzelnen Bedingungen möglich sind.

4.3 Zum moderierenden Einfluss von Lernercharakteristika

Das theoretische Rahmenmodell CATLM (Moreno, 2006b; vgl. Kapitel 2.2) misst mit der *individual differences assumption* Lernercharakteristika in Bezug auf das Lernen mit Multimedia einen bedeutsamen Stellenwert bei. Im Bereich der Forschung zum Lernen mit Multimedia stehen unterschiedliche Lernercharakteristika und ihr potentiell moderierender

Einfluss immer öfter im Fokus verschiedener Studien (vgl. Leutner, 2014). In Bezug auf verschiedene Gestaltungsmerkmale multimedialer Lernumgebungen wurde bereits auf die prädizierende und moderierende Rolle von Vorwissen eingegangen (*expertise reversal effect*; s.u.; Kalyuga et al., 2003). Zudem wurden Probanden nach präferierten Lernstilen (visualizer vs. verbalizer; z.B. Massa & Mayer, 2006) kategorisiert, welche unter Bezugnahme auf die verschiedenen Präsentationsmodi und -modalitäten als bedeutsame Prädiktoren bzw. Moderatoren für das Lernen mit Multimedia untersucht wurden.⁸ In Einzelstudien wurden auch Moderatoren wie räumliches Vorstellungsvermögen (Höffler, 2010; Höffler & Leutner, 2011; Park, Korbach et al., 2015) oder Lernpräferenzen berücksichtigt (Plass et al., 1998). Im Rahmen der vorliegenden Arbeit werden kognitive Ressourcen (Vorwissen und Arbeitsgedächtniskapazität) sowie Persönlichkeitsfaktoren (Neurotizismus und Offenheit für Erfahrung) berücksichtigt, welchen aus theoretischer Perspektive eine moderierende Funktion in Bezug auf Effekte von Emotionen auf das Lernen mit Multimedia zukommen kann.

4.3.1 Kognitive Ressourcen als potentielle Moderatoren

Eine Grundannahme von CATLM und CLT (vgl. Kapitel 2.2) ist, dass die Arbeitsgedächtniskapazität von Lernenden als begrenzt angenommen wird (z.B. Baddeley, 1986). Dadurch kommt dieser aus theoretischer Perspektive der Status eines bedeutsamen Prädiktors in Bezug auf das Lernen mit Multimedia zu. Diese Funktion wurde ebenfalls empirisch belegt (z.B. Austin, 2009; Doolittle, 2009; Lusk, Evans, Jeffrey, Palmer, Wistrom & Dolittle, 2009; Sanchez & Wiley, 2006, 2009; vgl. für einen Überblick Wiley, Sanchez & Jäger, 2014). Zudem konnte gezeigt werden, dass Lernende mit hoher Arbeitsgedächtniskapazität besser lernzielirrelevante Informationen ignorieren oder unterdrücken können (Kane & Engle, 2002; vgl. Wiley et al., 2014).

Das Vorwissen von Lernenden wurde auch in anderen Studien als solchen, welche den *expertise reversal effect* (Kalyuga et al., 2003) fokussieren, als Prädiktor für das Lernen mit Multimedia bestätigt (Kalyuga, Chandler, Tuovinen & Sweller, 2001; McNamara, Kintsch, Songer & Kintsch, 1996; Song, Kalet & Plass, 2015). Zudem wurde

⁸ Allerdings wurde die Lernstilforschung, welche diese Merkmale als stabil auffasst, scharf kritisiert; sogar die Existenz dieser Lernstile wird infrage gestellt (z.B. Curry, 1990). Aus diesem Grund werden Lernstile in dieser Arbeit nicht berücksichtigt. Zudem werden im Rahmen dieser Arbeit nur Variablen berücksichtigt, welchen vom theoretischen Standpunkt eine moderierende Funktion bezüglich der Effekte von Emotionen auf Lernen mit Multimedia zukommen könnte.

Vorwissen als Moderator verschiedener Effekte identifiziert, welche durch kognitive Belastung erklärbar sind (z.B. *seductive details effect*; Park, Korbach et al., 2015; vgl. auch Johnson, Ozogul & Reisslein, 2015; Magner, Schwonke, Alevin & Popescu, 2014; Mayer & Gallini, 1990).

Nimmt man in Anlehnung an die eingeführte Emotionsdefinition eine kognitive Komponente von Emotionen in dem Sinne an, dass Emotionen immer mit Kognitionen einhergehen, kann angenommen werden, dass diese Kognitionen kognitive Kapazität beanspruchen (vgl. Extraneous-Load-Annahme, Kapitel 4.2.2). Stehen durch hohes Vorwissen oder eine hohe Arbeitsgedächtniskapazität mehr kognitive Ressourcen zur Verfügung, kann dies kompensatorisch in Bezug auf Effekte von Emotionen auf das Lernen mit Multimedia wirken.

4.3.2 Persönlichkeitsfaktoren als potentielle Moderatoren

Das Fünf-Faktoren-Modell zur Beschreibung von Persönlichkeitsfaktoren mit den Dimensionen Neurotizismus, Extraversion, Offenheit für Erfahrung, Verträglichkeit und Gewissenhaftigkeit (McCrae & Costa, 1999) ist das populärste Modell der Persönlichkeitsbeschreibung und wird zumeist mithilfe des NEO-FFI (NEO-Fünf-Faktoren-Inventar; Borkenau & Ostendorf, 2008; McCrae & Costa, 2004) erfasst. Während sich Studien, die nicht alle der fünf Faktoren integrieren, oft auf ein Zweifaktorenmodell mit den Dimensionen Neurotizismus und Extraversion beziehen (Eysenck & Eysenck, 1965) und diese als komplementär ansehen, werden in der vorliegenden Arbeit die Faktoren Neurotizismus und Offenheit für Erfahrung berücksichtigt. Die Gründe hierfür sind theoretischer Natur: In der Beschreibung der Persönlichkeitsfaktoren werden lediglich diese beiden Faktoren explizit mit emotionalen Aspekten in Verbindung gebracht (Borkenau & Ostendorf, 2008; McCrae & Costa, 2004).

Neurotizismus bezeichnet in der Erfassung mittels NEO-FFI (Borkenau & Ostendorf, 2008; McCrae & Costa, 2004) die emotionale Stabilität bzw. Labilität einer Person. Neurotizismus intensiviert das Erleben insbesondere negativer Emotionen. Hoch neurotische Personen können als emotional labil beschrieben werden, was die Wirksamkeit emotionaler Einflüsse verstärkt. In Bezug auf den Zusammenhang von Neurotizismus mit akademischen Erfolgsmaßen wird in der Meta-Analyse von O'Connor und Paunonen (2007) eine zu vernachlässigende Korrelation von $r = -.03$ berichtet, sodass Neurotizismus nicht als starker Prädiktor für Lernerfolgsmaße (u.a. beim Lernen mit Multimedia) angenommen werden kann (vgl. auch Poropat, 2009). Allerdings kann davon ausgegangen

werden, dass durch die emotionale Labilität neurotischer Personen Effekte von Emotionen verstärkt werden, da entsprechende (induzierte) Emotionen intensiver erlebt werden.

Personen mit hohen Werten bezüglich des Merkmals Offenheit für Erfahrung werden als fantasievoll und neugierig bzw. wissbegierig beschrieben (Borkenau & Ostendorf, 2008; McCrae, 1993; McCrae & Costa, 2004). Zudem scheinen diese Personen positive und negative Emotionen akzentuiert wahrzunehmen, während Personen mit einer geringeren Ausprägung dieses Persönlichkeitsmerkmals eher gedämpfte emotionale Reaktionen zeigen (vgl. Borkenau & Ostendorf, 2008). In der Meta-Analyse von O'Connor & Paunonen (2007) wird ein geringer positiver Zusammenhang von Offenheit für Erfahrung mit akademischer Leistung berichtet ($r = .06$). Die Autoren verweisen auf ein großes Konfidenzintervall (90 %-Intervall: $-.10 < r < .22$), welches auf potentielle interagierende Faktoren hinweist. Die Emotionen von Lernenden können eine solche Rolle einnehmen, da durch das akzentuierte bzw. gedämpfte Emotionserleben verstärkende bzw. abgeschwächte Effekte von Emotionen auf Lernerfolgsmaße denkbar sind.

5 Methoden zur externalen Emotionsinduktion

Ein experimentelles Forschungsparadigma zur Untersuchung des Einflusses von Emotionen auf unterschiedliche abhängige Maße macht die Operationalisierung des Konstrukts als variierbare unabhängige Variable notwendig. Neben quasi-experimentellen Herangehensweisen mit dem Vorteil höherer externer Validität der Untersuchung (vorliegende Emotion als Gruppierungsvariable; z.B. Vergleich klinischer vs. nicht klinischer Probandengruppen) sowie nicht standardisierbaren Verfahren auf der Grundlage natürlicher Emotionen (Untersuchung an Sonnen-/Regentagen), wurden verschiedene Emotionsinduktionsmethoden entwickelt und zur experimentellen Variation von Emotion verwendet (vgl. Gerrards-Hesse, Spies & Hesse, 1994). Nach einem Überblick über verschiedene Methoden der Emotionsinduktion erfolgt eine genauere Einführung und Diskussion zur Auswahl geeigneter Emotionsinduktionsverfahren, welche in den Studien zu Publikationen I, II und III zum Einsatz kommen.

Für die vorliegende Arbeit ist eine Unterscheidung zwischen externaler und internaler Emotionsinduktion notwendig, um eine vom Lernen mit Multimedia unabhängige Emotionsinduktion vor dem Lernen (external) von der Emotionsinduktion durch Gestaltungsmerkmale eines multimedialen Lernprogramms selbst (internal) abzugrenzen. Der folgende Abschnitt bezieht sich auf externe Emotionsinduktionsverfahren, interne Verfahren werden in den Kapiteln 6.1 und 6.2 beschrieben.

Die Bandbreite der entwickelten emotionsinduzierenden Methoden externaler Emotionsinduktion ist groß (vgl. z.B. Eich, Ng, Macaulay, Percy & Grebneva, 2007; Gerrards-Hesse et al., 1994; Westermann et al., 1996): Sie reicht von Hypnoseverfahren, der Darreichung von Psychopharmaka über Imaginationsmethoden (z.B. Revitalisierung erlebter emotionaler Situationen), das Nachstellen von emotionalem Ausdruck (z.B. Mimik, Körperhaltung) bis hin zu Methoden, in denen emotionsinduzierende Stimuli (z.B. Filme, Bilder, Texte, Musik) dargeboten werden. Bei weiteren Verfahren sollen Emotionen durch soziale Interaktion hervorgerufen werden (z.B. Feedback, Hilfeleistung). Zudem gibt es kombinierte Methoden (z.B. Imagination + Musik), welche die Effektivität einzelner Methoden übertreffen sollen (vgl. Gerrards-Hesse et al., 1994). In Anlehnung an die oben eingeführte Emotionsdefinition (s. Kapitel 3.2, Scherer, 1990; Shuman & Scherer, 2014) lassen sich Emotionsinduktionsmethoden ebenfalls nach den Emotionskomponenten kategorisieren, über welche sie Emotionen zu stimulieren versuchen und welche sie primär beeinflussen (s. Sokolowski, 1993, 2008).

Die Wahl eines geeigneten Verfahrens zur Emotionsinduktion kann von mehreren Faktoren abhängig gemacht werden: (1) Überlegungen dazu, welche Emotionskomponente bei Induktion sowie in Bezug auf die zu beeinflussende Variable entscheidend ist, (2) Möglichkeiten der Standardisierbarkeit im experimentellen Setting, (3) Empfehlungen aufgrund meta-analytischer Ergebnisse zur Effektivität einzelner Methoden.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit steht die Untersuchung des Einflusses von Emotionen auf kognitive Prozesse im Vordergrund. Demnach erscheinen nach Sokolowski (1993, 2008) Emotionsinduktionsverfahren wie die Velten-Methode (Seibert & Ellis, 1991a; Velten, 1968) oder Imaginationsmethoden geeignet, welche zudem mit Kognitionen bzw. Bewertungen als mögliche emotionsauslösende Stimuli im Einklang mit der Emotionsdefinition von Scherer stehen (siehe Kapitel 3.2). Bei Anwendung der Velten-Methode (Seibert & Ellis, 1991a, Velten, 1968) werden den Probanden 25 Aussagen vorgelegt, durch welche eine bestimmte Emotion repräsentiert wird. Die Probanden werden bei Durchführung dieser Methode aufgefordert, die Aussagen auf sich selbst zu beziehen, als würden sie ihrem Gedankengut entspringen; sie werden somit instruiert, den ausgedrückten Gefühlszustand nachzuempfinden und die Aussagen laut auszusprechen (z.B. positive Emotion: „Die meisten Menschen mögen mich.“; vgl. Seibert & Ellis, 1991a). Die Anwendung dieser Methode ist durch systemgesteuerte Präsentationsdauern für die einzelnen Aussagen und eindeutige Steuerung der Aktivitäten der Probanden vollständig standardisiert im experimentellen Setting einsetzbar. Zudem ist die Velten-Methode eine der am häufigsten eingesetzten Emotionsinduktionsmethoden (vgl. Martin, 1990; Larsen & Sinnett, 1991; Westermann et al., 1996), wenngleich ihre Wirksamkeit kritisch diskutiert wird. Während Larsen und Sinnett (1991) der Methode eine hohe Effektivität zuschreiben, verweisen andere Autoren auf geringe Erfolgsraten der Induktion (z.B. Clark, 1983; Martin, 1990) und auf deren Anfälligkeit für so genannte *demand characteristics* (z.B. Buchwald, Strack & Coyne, 1981).

Mit *demand characteristics* wird das Phänomen bezeichnet, dass Probanden im Experiment entsprechend der von ihnen eingeschätzten Erwartungen des Versuchsleiters handeln (vgl. Berkowitz & Troccoli, 1986; Buchwald et al., 1981; Orne, 1962) und somit die induzierte Emotion vortäuschen und nicht selbst erleben, was die Validität des Experiments negativ beeinflusst. Dieses Phänomen tritt in Verbindung mit Emotionsinduktionsverfahren insbesondere dann auf, wenn Probanden instruktional aufgefordert werden, sich aktiv in einen emotionalen Zustand hineinzusetzen. Auch bei weniger eindeutigen Instruktionen (oder gar unbewussten Induktionsverfahren) kann diese

Problematik auftreten (vgl. Eich et al., 2007). Der Forderung nach zusätzlichen *demand control groups* (Buchwald et al., 1981) ist jedoch oft aus pragmatischen Gründen nicht nachzukommen.

Bei der Anwendung von Imaginationsverfahren (z.B. autobiographisches Erinnern; Brewer, Doughtie, & Lubin, 1980; Schwarz & Clore, 1983) werden Probanden aufgefordert, sich an eine emotionale Situation aus ihrem Leben, in der sie die zu induzierende Emotion empfunden haben, zu erinnern und diese so detailliert wie möglich nachzuerleben (vgl. Brandstätter, Schüler, Puca & Lozo, 2013; Eich et al., 2007; Ellsworth & Smith, 1988; Jefferies et al., 2008). Neben der kognitiven Komponente bezieht sich dieser Ansatz zudem auf die Gefühlskomponente der Emotion, da hierüber eine Kommunikation der diskreten Emotion, welche induziert werden soll, stattfinden und ein Ansatzpunkt für Erinnerungen der Probanden geboten werden kann (Revitalisierung eines Gefühls). Imaginationsverfahren zur Emotionsinduktion sind zwar weniger standardisierbar als beispielsweise die Velten-Methode oder die Präsentation emotionsinduzierender Stimuli, jedoch kann durch eine Anreicherung der Methode mithilfe emotionsinduzierender Stimuli (z.B. Musik) eine effizientere Emotionsinduktion erreicht werden (Eich et al., 2007). Unter kombinierten Methoden zählt die Kombination von autobiographischem Erinnern und Musik mit Erfolgsraten von über 87 % zu einer der erfolgreichsten Emotionsinduktionsmethoden (Eich et al., 2007; Västfjäll, 2002). Insbesondere die Emotionsinduktion durch Musik ist gut und systematisch untersucht. Überblicksarbeiten stellen eine Reihe von geeigneten Musikstücken vor, welche für Emotionsinduktionsverfahren geeignet sind, und benennen emotionsauslösende musikalische Parameter (Bruner, 1990; Jefferies et al., 2008; Västfjäll, 2002).

In Meta-Analysen zur Wirksamkeit von Emotionsinduktionsverfahren (Gerrards-Hesse et al., 1994, Westermann et al., 1996) werden kombinierte Verfahren (z.B. Imagination + Musik) nicht berücksichtigt. Die Velten-Methode wird eher im Mittelfeld der möglichen Emotionsinduktionsverfahren gesehen, zumal angemerkt wird, dass durch diese Methode eher allgemein eine positive oder negative Emotion, jedoch keine spezifische bzw. diskrete Emotion induziert werden könne (Buchwald et al., 1981; Westermann et al., 1996). Mittels Musik können dagegen unterschiedliche diskrete Emotionen hervorgerufen werden (vgl. Gorn, Pham & Sin, 2001; Västfjäll, 2002). Empfohlen wird insbesondere für die Induktion positiver Emotionen die Verwendung von Filmen oder Geschichten, welche die stärksten Emotionen mit höchster Effektivität (Erfolgsraten von über 90 %; Gerrards-Hesse et al., 1994) erreichen. Negative Emotionen

können gleichermaßen durch Imagination, die Velten-Methode und Film/Geschichte-Stimuli induziert werden (Gerrards-Hesse et al., 1994, Westermann et al., 1996). Allerdings ist bei Filmen und Geschichten als emotionsauslösende Reize zu bedenken, dass diese durch ihren semantischen Gehalt, der sich zudem bei Stimuli unterschiedlicher Valenz unterscheiden mag, im Sinne eines *Priming*-Effektes weitere Variablen im experimentellen Setting beeinflussen, weshalb bei einer Untersuchung des Effektes von Emotionen auf kognitive Prozesse der Einsatz dieser Methode sorgfältig abgewogen werden sollte (vgl. Westermann et al., 1996).

Darüber hinaus wird berichtet, dass Effektgrößen bei der Induktion negativer Emotion größer als bei der Induktion positiver Emotion sind (Westermann et al., 1996), was zum Teil durch die positive Grundstimmung von Probanden zu Beginn von Experimenten erklärt wird (Diener & Diener, 1996; Westermann et al., 1996). Anzumerken ist weiter, dass in vielen Studien, in denen der Einfluss von Emotionen auf kognitive Prozesse untersucht wird, Zwei-Gruppen-Designs (positive versus negative Emotionsgruppen) verwendet werden; auf Kontrollgruppen wird dabei verzichtet (vgl. Publikation III). In solchen Designs kann ohne eine Kontrollgruppe allerdings keine Aussage über Erfolg oder Misserfolg der positiven bzw. negativen Emotionsinduktionsmethode getroffen werden. Zudem sind Designs ohne Kontrollgruppe eher als schwach zu bewerten. Dennoch ist diese Vorgehensweise verständlich, da eine neutrale Emotionsinduktion schwer zu fassen ist. Emotionsinduktionsverfahren für *neutrale* Gruppen können entweder als solche konzipiert werden, die die vorherrschende Emotion von Probanden nicht verändert⁹ oder diese Verfahren werden als ausgleichende bzw. balancierende Emotionsinduktion verstanden, welche möglicherweise vorherrschende starke Emotionen ausgleichen bzw. „neutralisieren“ soll (vgl. Chastain et al., 1995). Dennoch stellt sich bei einigen Emotionsinduktionsverfahren (z.B. durch Musik) die Frage nach angemessenem neutralem Stimulusmaterial (vgl. Jefferies et al., 2008; Västfjäll, 2002; Wood et al., 1990).

⁹ Hierzu zählen auch Vorgehensweisen, in denen Probanden der Kontrollgruppe eine Ersatzbeschäftigung statt einer Induktion vorgelegt wird, um die Versuchszeit konstant zu halten. Es ist offensichtlich, dass dann Effekte der Ersatzbeschäftigung ebenfalls kontrolliert werden müssen.

6 Emotionales Design multimedialer Lernumgebungen

Dieses Kapitel bezieht sich auf Verfahren einer internalen Emotionsinduktion mittels einer entsprechenden Gestaltung von Text- oder Bildelementen einer multimedialen Instruktion. Nach einer kurzen Einführung zur Gestaltung von multimedialen Lernumgebungen im Sinne eines *Instructional-Design*-Ansatzes (Kapitel 6.1), werden Möglichkeiten einer emotionalen Bild- (6.2) und Textgestaltung (6.3) multimedialer Lernumgebungen aufgezeigt. In die entsprechenden Abschnitte integriert ist eine Darstellung des Forschungsstandes zu Effekten eines emotionalen Bild- bzw. Text-Designs.

6.1 Instructional Design

Instructional Design (Instruktionales Design) wird definiert als diejenigen Variationen einer Lernumgebung, welche den Wissenserwerb gezielt fördern sollen (Mayer, 2008, S. 762). Übertragen auf das Lernen mit Multimedia impliziert dies, dass multimediale Lernumgebungen derart gestaltet sein sollten, dass sie unter Berücksichtigung verfügbarer kognitiver Kapazität von Lernenden Prozesse der Informationsverarbeitung verbessern und so das Lernen mit Multimedia optimal unterstützen (vgl. Mayer, 2008). Bezogen auf die Annahme einer eingeschränkten Kapazität des Arbeitsgedächtnisses (Moreno & Mayer, 2007; Sweller, 2010) bedeutet dies, dass *cognitive overload* beispielsweise durch die Minimierung irrelevanter kognitiver Prozesse vermieden wird (vgl. Mayer & Moreno, 2003, S. 50, s. auch Kapitel 2.3).

Im Kontext des Lernens mit Multimedia wird eine Vielzahl von *Instructional-Design*-Prinzipien diskutiert, untersucht und validiert (vgl. z.B. Mayer & Moreno, 1998, 2003; Mayer, 2014b). Neu ist auch hier neben der Berücksichtigung verschiedener Lernercharakteristika (vgl. Kapitel 3.3) die Einbeziehung motivationaler und affektiver Design-Faktoren (vgl. Mayer, 2014a).

Mayer (2014a) postuliert drei Prinzipien, wie *Instructional Design* in Bezug auf multimediale Lernumgebungen umgesetzt werden kann, um lernförderliche motivationale und affektive Prozesse (siehe Kapitel 2.2; *affective mediation assumption* der CATLM; Moreno, 2005, 2006b) anzuregen: (1) Irrelevante Informationen sollten gelöscht und wichtige hervorgehoben werden, um irrelevante kognitive Prozesse zu reduzieren und relevante kognitive Prozesse zu optimieren (*less is more*). (2) Durch das Hinzufügen ansprechender Bilder oder die Schaffung herausfordernder Lernsituationen sollen die Motivation Lernender sowie kognitive Prozesse der Informationsorganisation und -integration gefördert werden (*more is more*). (3) Durch ausreichend instruktionale

Unterstützung sowie angemessene Lernzeiten, herausfordernde Lernsituationen und das Hinzufügen ansprechender Bilder, die relevant für die Lernzielerreichung sind, sollen Lernende zur aktiven Informationsverarbeitung (*selecting, organizing, integrating*) motiviert werden, wobei durch die instruktionale Führung irrelevante kognitive Prozesse minimiert werden (*focused more is more*; Mayer, 2014a).

Das Hinzufügen ansprechender Graphiken leitet zu einem emotionalem Design in multimedialen Lernumgebungen über, welches im Sinne eines *Instructional-Design*-Ansatzes nach dem Prinzip *focused more is more* lernförderliche kognitive Prozesse stimulieren soll (vgl. Plass & Kaplan, 2015). Mayer und Estrella (2014, S. 14) formulierten eine Hypothese zum emotionalen Design (*emotional design hypothesis*), die besagt, dass eine visuell ansprechende Gestaltung relevanter Elemente eines multimedialen Lernprogramms relevante kognitive Prozesse initiiert und aufrechterhält. Es wird ein lernförderlicher Effekt postuliert, der durch verbesserte Nutzung kognitiver Ressourcen darauf zurückgehen soll, dass die Aufmerksamkeit auf wichtige Elemente gelenkt wird und Lernende dadurch motivierter sind, die präsentierten Inhalte zu verstehen. Außer Acht gelassen wird in der Emotional-Design-Hypothese (Mayer & Estrella, 2014) und auch in den eingeführten Prinzipien zum motivierenden *Instructional Design* (Mayer, 2014a) jedoch die Übertragung eines ansprechenden bzw. emotionalen Designs auf *Textelemente* eines multimedialen Lernprogramms. Da sich eine multimediale Instruktion gerade durch die Kombination von Text- und Bildelementen auszeichnet (s. Kapitel 2.1), erscheint eine allgemeinere Variante der Hypothese bzw. eine Übertragung auf ein emotionales Text-Design naheliegend. Entsprechend wird in der vorliegenden Arbeit unter einem emotionalen Design für multimediale Lernumgebungen eine ansprechende Gestaltung *relevanter Text- und/oder Bildelemente* verstanden. Ziel dieses emotionalen *Instructional Design* ist die Optimierung kognitiver Prozesse beim Lernen mit Multimedia, sodass ein lernförderlicher Effekt resultiert. Die Optimierung kognitiver Prozesse betreffen die Aufmerksamkeitsfokussierung, Selektions-, Organisations- und Integrationsprozesse beim Lernen sowie die Minimierung irrelevanter kognitiver Prozesse (Mayer, 2014a).

Abzugrenzen ist ein emotionales (instruktionales) Design von weiteren die beiden Präsentationsformen (verbal und non-verbal) betreffenden Variationen, welche nicht als genuin emotional oder emotionsinduzierend angesehen werden. Es sind somit instruktionale Designs, mit welchen eine emotionsauslösende Funktion durch Variation lernzielrelevanter Information direkt intendiert wird bzw. deren Variation von Methoden externer Emotionsinduktion (z.B. durch Texte, Bilder) abgeleitet wurden (*Emotional*

Design) zu unterscheiden von anderen instruktionalen Designs, die möglicherweise auch Emotionen auslösen können, deren primäre Funktion bzw. Gestaltungsidee allerdings in der Beeinflussung rein kognitiver Prozesse liegt. Bezüglich der Bildgestaltung betrifft dies Arbeiten zur Bestimmung von lernförderlichen Bildmerkmalen (z.B. persönliche Relevanz; Magner, Glogger & Renkl, 2014) oder zum Einsatz dekorativer Bilder (Danielson, Schwartz & Lippmann, 2015; Lenzner, Schnotz & Müller, 2013; Magner, Schwonke, et al., 2014; Schneider, Nebel & Rey, 2016), welche sich auf nicht relevante Teile multimedialer Instruktionen beziehen. Im Bereich des *Instructional Design* von Texten können Arbeiten zum *personalization effect* (Mayer, 2008; Mayer, Fennell, Farmer & Campbell, 2004; Moreno & Mayer, 2000, 2004; Wang et al., 2008) oder auch zur Verwendung von Umgangssprache ebenfalls nicht als emotionales Design bezeichnet werden (Ginns, Martin & Marsh, 2013). Sowohl auf Variationen von Text- und Bildpräsentation bezogen sind Arbeiten zum *seductive details effect* (Garner, Gillingham & White, 1989; Harp & Mayer, 1997; Park, Flowerday et al., 2015; Park, Korbach et al., 2015), welche sich allerdings mit Variation von zusätzlicher irrelevanter Information befassen.

6.2 Emotionales Bild-Design

Für das Erstellen eines emotionalen Bild-Designs beim Lernen mit Multimedia können zwei Design-Faktoren als aussichtsreich definiert werden: Farbwahl und Form (Um et al., 2012; s. auch Plass & Kaplan, 2015; Plass et al., 2014). Insbesondere im Gegensatz zu Farben ohne Farbwert (z.B. Schwarz, Grau, Weiß), werden helle Farben mit positiven Emotionen assoziiert (Boyatzis & Varghese, 1994; Kaya & Epps, 2004). Weiter besitzen warme Farben aktivierende Wirkung (Bellizzi & Hite, 1992; Wolfson & Case, 2000) und Farben mit hohen Sättigungs- und Farbwerten führen zu positiven Emotionen und einer positiven Einstellung gegenüber präsentierten Materialien (Gorn, Chattopadhyay, Yi & Dahl, 1997; Thompson, Palacios & Varela, 1992). Warme, gesättigte Farben (z.B. Gelb oder Orange) evozieren positiv-aktivierende Emotionen (z.B. Tucker, 1987). Gestaltungsmerkmale, die die Form betreffen, orientieren sich am *Baby-Face*-Effekt (Lorenz, 1950), wonach Gesichter mit großen Augen, kleiner Nase und kleinem Kinn als besonders ansprechend aufgefasst werden, Aufmerksamkeit auf sich ziehen (Dehn & Van Mulken, 2000) und eher positive Emotionen auslösen (vgl. auch DiSalvo & Gemperle, 2007; Hongpaisanwiwat & Lewis, 2003; Reeves & Nass, 1996; Alley, 1981; Berry & McArthur, 1985). Um et al. (2012) gründen auf diesen Erkenntnissen den

Gestaltungsvorschlag, dass runde Formen mit anthropomorphen Zügen in ein emotionales Design mit warmen, gesättigten Farben integriert werden sollten.

In der ersten Studie zum emotionalen Bild-Design in multimedialen Lernumgebungen (Um et al., 2012) wurden Effekte eines emotionalen Bild-Designs mit warmen, hellen (vs. graustufigen) Farben und runden, anthropomorph gestalteten (vs. eckigen nicht-anthropomorphen) Formen untersucht.¹⁰ Es wurden lernförderliche Effekte bezüglich der Verstehens- und Transferleistung berichtet, welche für die Verstehens- aber nicht für die Transferleistung von Plass und Kollegen (2014; Exp. 1) repliziert wurden. In einer weiteren Studie (Plass et al., 2014, Exp. 2) wurden die beiden Design-Faktoren Farbe und Form in einem 2 x 2-faktoriellen Design variiert, um die entscheidenden Faktoren für die Wirksamkeit eines emotionalen Bild-Designs zu identifizieren. Warme Farben führten zu höherer Verstehensleistung; für die Transferleistung zeigte sich ein lernförderlicher Effekt der (anthropomorphen) Formen in Verbindung mit Schwarz-Weiß-Färbung des Lernmaterials. Zwei Replikationsstudien von Mayer & Estrella (2014) konnten ebenfalls lernförderliche Effekte eines emotionalen Bild-Designs für Behaltensaufgaben nachweisen; auch hier waren die Effekte auf die Transferleistung nicht signifikant.

Dem emotionalen Bild-Design konnte zudem eine emotionsinduzierende Wirkung zugesprochen werden (Plass et al., 2014, Exp. 1; Um et al., 2012). Diese war in der zweiten Studie von Plass und Kollegen (2014, Exp. 2) vor allem auf den Form-Faktor, d.h. die Wirkung runder, anthropomorpher Formen zurückzuführen. In einer Studie von Heidig et al. (2015) zeigte sich, dass durch eine Variation der Farbgebung in einer multimedialen Lernumgebung die Emotionen der Lernenden nicht beeinflusst wurden.

Um den Faktor Form bzw. Anthropomorphismen zuverlässig als entscheidend für ein emotionsinduzierendes Design zu bestimmen, ist eine Replikation der Befunde aus der Studie von Plass et al. (2014, Exp. 2) erforderlich. Dieser Befund sollte zudem unter Berücksichtigung des emotionalen Zustandes von Probanden *vor* dem Lernen (vgl. Plass et al., 2014, Exp. 1; Um et al., 2012) abgesichert werden. Weiter sollten die in der *Emotional-Design*-Hypothese formulierten Mechanismen zur Wirkung eines emotionalen Designs (Aufmerksamkeitslenkung, bessere kognitive Verarbeitung) durch Einbeziehen von Prozessmaßen (z.B. Eyetracking) geprüft werden (vgl. Publikation I).

¹⁰ Die gleiche Lernumgebung wurde in der Studie zu Publikation I verwendet. Der rechte Screenshot in Abbildung 4 in Kapitel 7.1 zeigt die Version mit emotionalem Bild-Design (warme Farben, runde und anthropomorphe Formen).

6.3 Emotionales Text-Design

In Bezug auf Texte wird das Emotionspotential eines Textes von der sogenannten Emotionalisierung unterschieden (vgl. Schwarz-Friesel, 2013).¹¹ Das *Emotionspotential* bezeichnet eine im Text selbst verankerte linguistische Eigenschaft, welche über den emotionalen Gehalt des Textes bestimmt wird. Der auf den Leser bezogene Prozess der *Emotionalisierung* bezeichnet die Aktivierung bzw. Veränderung des emotionalen Zustands eines Lesers entsprechend der von ihm vorgenommenen Bewertungen des Textes (Schwarz-Friesel, 2013; Voss, 1999). Insofern kommt dann dem Text mit seinem Emotionspotential emotionsauslösende Wirkung im Sinne eines externen Stimulus (vgl. Kapitel 3.2; Scherer, 1990) zu. Durch Veränderung des Emotionspotentials eines Textes können somit entsprechende Emotionalisierungsprozesse angeregt werden. Das Emotionspotential eines Textes kann dann zur Prognose von Leseremotionen herangezogen werden (Tsinaki, 2005).¹² Das Emotionspotential eines Textes kann auf Wort- oder Satzebene bzw. semantischer Ebene verändert werden, wobei im Rahmen einer standardisierten Variation für experimentelle Settings insbesondere die Wortebene fokussiert wird, um vergleichbare Bedingungen zu ermöglichen.

Auf Wortebene kann das Emotionspotential eines Textes beispielsweise durch die Verwendung emotionsbezeichnender Lexeme (z.B. Wut, Ärger) oder emotionsausdrückender Interjektionen (z.B. Igitt! Hoppla!), konnotierter Begriffe, d.h. Begriffe mit innerkulturell verständlichen emotiven Neben- oder Zusatzbedeutungen (z.B. Bruchbude), oder auch durch Bezugnahme auf den jedem Wort innewohnenden emotionalen Gehalt (vgl. Schwarz-Friesel, 2013) variiert werden. Für die Implementation in ein multimediales Lernprogramm erscheinen emotionsbezeichnende Lexeme sowie Interjektionen wenig geeignet, naheliegender ist die Veränderung des Emotionspotentials eines Textes durch Verwendung emotionaler Wörter bzw. von Wörtern mit hohem emotionalem Gehalt. Diese Wörter können allerdings Fachbegriffe nicht ersetzen und müssen in zusätzliche Texteingänge integriert werden. Deshalb scheint eine metaphorische Verwendung von Begriffen aus mehreren Gründen aussichtsreich zu sein.

Metaphern zeichnen sich dadurch aus, dass ein bezeichneter Gegenstand mit den Eigenschaften eines bezeichnenden Begriffes ausgestattet verstanden wird (z.B. Das Leben

¹¹ Die Differenzierung von Emotionspotential und Emotionalisierung wäre auch in Bezug auf Bildinformation möglich.

¹² Inzwischen existieren elaborierte Ansätze zur Quantifizierung des Emotionspotentials von Texten u.a. im Bereich des *Affective Computing* (z.B. Calvo & Kim, 2013)

ist (k)ein Ponyhof!; Lakoff & Johnson, 2003), sodass der metaphorische Ausdruck nicht wörtlich, sondern nur in übertragener Bedeutung verstanden wird (Schwarz-Friesel, 2013; Skirl, 2009). Prozesse des Verstehens metaphorischer Ausdrücke beziehen sich je nachdem, wie konventionell die metaphorische Konstruktion eingeschätzt wird, auf Kategorisierung und Vergleich (Bowdle & Gentner, 2005; Utsumi, 2011). Kategorisierungsansätze postulieren, dass der bezeichnete Begriff als Teil einer abstrakten Kategorie verstanden wird, welche durch den bezeichnenden Begriff exemplifiziert wird (Glucksberg, 2001, 2003). Vergleichsansätze gehen wie beim *Structure Mapping* (Gentner, 1983, 1989; Gentner & Markman, 1997; Wolff & Gentner, 2011) davon aus, dass die dem bezeichnetem und dem bezeichnendem Begriff zugeschriebenen Attribute einander zugeordnet werden. Zudem sind Metaphern assoziiert mit intensivem Emotionsausdruck, was der Veränderung des Emotionspotentials eines Texts zugutekommt (Schwarz-Friesel, 2013).

Insbesondere durch Anwendung des Vergleichsansatzes können in Anlehnung an die *Dual Coding Theory* (s. Kapitel 2.2; Paivio, 1986; Sadoski & Paivio, 2001) lernförderliche Aspekte metaphorischer Strukturen angenommen werden (s. auch Albritton, 1995). Diese werden zudem offensichtlich, wenn die in die metaphorischen Strukturen eingebauten Wörter mit hohem emotionalem Gehalt einen gut vorstellbaren bzw. konkreten Inhalt bezeichnen (vgl. *concreteness effect*; Schwanenflugel, 1991; Schwanenflugel & Shoben, 1983). Diese konkreten Wörter werden nach dem Vergleichsansatz mit den bezeichneten Begriffen kombiniert und mit höherer Wahrscheinlichkeit dual kodiert, da sie konkrete Gegenstände bezeichnen (Sadoski & Paivio, 2001). Es kann somit davon ausgegangen werden, dass in metaphorische Strukturen eingebettete, konkrete Begriffe mit hohem emotionalem Gehalt das Emotionspotential eines Textes verändern und sich zudem als lernförderlich erweisen. Diese Überlegungen bilden die Grundlage für die Erstellung eines emotionalen Text-Designs (s. Publikation IV).

Für viele Begriffe können Wortlisten (z.B. Dresdner Angstwörterbuch; Berth, 2004; Affektives Lexikon München; Tsinaki, 2005; Handbuch deutscher Wortnormen; Hager & Hasselhorn, 1994; Berlin Affective Wordlist; Vö, Jacobs & Conrad, 2006) sogenannte „Wortnormen“ (Hager & Hasselhorn, 1994) entnommen werden, für deren Erstellung bestimmte Parameter wie beispielsweise Anschaulichkeit, Emotionalität oder Aktivierung über Ratings eingeschätzt wurden und welche somit „Erlebensqualitäten spezifizieren, die durch einzelne Wörter bei Personen ausgelöst werden“ (Hager & Hasselhorn, 1994, S. 2).

Zwar wird hierbei nicht zwischen emotionalem Gehalt bzw. Emotionspotential von Wörtern und deren Emotionalisierungsgrad unterschieden, dennoch bieten diese Wortlisten durch die angegebenen Wortnormen standardisierbares Stimulusmaterial. Auf *affektive* Wortnormen bezieht sich schwerpunktmäßig die Berlin Affective Wordlist (BAWL; Vö et al., 2006), welche in Bezug auf Arousal-Ratings (Berlin Affective Wordlist Revised; BAWL-R; Vö et al., 2009) sowie der Zuordnung von Substantiven zu diskreten Emotionen (Briesemeister, Kuchinke & Jacobs, 2011) ergänzt wurde. Die BAWL-R bietet neben linguistischen Maßen (z.B. Silbenzahl, Anzahl der Phoneme) Normwerte in den Dimensionen Valenz, Arousal bzw. Aktivierung und Bildhaftigkeit.

Studien zur kognitiven Verarbeitung emotionaler Wörter zeigten beispielsweise bei einer Worterkennungsaufgabe, dass positive und negative emotionale Wörter schneller und akkurater verarbeitet werden (Kousta, Vinson, & Vigliocco, 2009) sowie in Free Recall Aufgaben besser als neutrale Wörter erinnert wurden (z.B. Altarriba & Bauer, 2004, Exp. 1; Kissler, Herbert, Peyk, & Junghofer, 2007; s. auch Kensinger & Corkin, 2003). Bei einer *Lexical Decision Task* wurden emotionale Wörter unabhängig von ihrer Valenz schneller und akkurater eingeschätzt (Challis & Krane, 1988; Eviatar & Zaidel, 1991; Kanske & Kotz, 2007). Einige dieser (Kanske & Kotz, 2007; Kissler et al., 2007) und viele weitere Studien (z.B. Kuchinke et al., 2006; Maratos, Allan & Rugg, 2000; Richardson, Strange & Dolan, 2004) sind im Bereich der Neuropsychologie anzusiedeln und nutzen ausschließlich Wörter ohne semantischen Kontext als Stimulusmaterial.

In Studien, welche das Lernen emotionaler Texte untersuchten, wurde gezeigt, dass als emotional eingeschätzte Texte schneller und besser gelernt wurden (Garner & Gillingham, 1991; Rubin & Friendly, 1986; Schürer-Necker, 1994). Im Bereich des Lernens mit Multimedia gibt es bis dato keine Studien, in denen der Einfluss relevanter emotionaler Texte untersucht wird. Zum Einsatz von Metaphern liegt bisher lediglich eine Studie vor (Moreno & Mayer, 1999), welche allerdings die Verwendung einer bildlichen nicht-emotionalen Metapher beim Mathematiklernen untersuchte.

7 Eigene empirische Studien zu Emotionen und Lernen mit Multimedia

Im Folgenden werden die dieser Dissertation zugrundeliegenden Publikationen zusammengefasst. Es erfolgt jeweils eine kurze Darstellung des theoretischem Hintergrunds und der Fragestellung, der Methode, der Ergebnisse sowie der Diskussion.

In der in Publikation I veröffentlichten Studie (Park, Knörzer, Plass, & Brünken, 2015) wurden Effekte einer positiven externalen Emotionsinduktion sowie eines positiven emotionalen Bild-Design untersucht, welches sich durch die Variation des Design-Faktors Form (in diesem Fall durch die Verwendung von Anthropomorphismen) auszeichnet. In der in Publikation II dargestellten Studie (Knörzer, Brünken & Park, 2016) wurde der Einfluss von external induzierten positiven und negativen Emotionen (im Vergleich zu einer neutralen Kontrollgruppe) auf das Lernen mit Multimedia untersucht. Diese Studie wird komplettiert durch das Einbeziehen von Variablen, welche den in Kapitel 4.2 dargestellten Erklärungsansätzen (Extraneous Load, Motivation, Aufmerksamkeit, Verarbeitungsstil) zugeordnet werden können. Publikation III befasst sich durch Verwendung eines Teildatensatzes aus Studie II mit dem moderierenden Einfluss von Lernercharakteristika (kognitive Ressourcen, Persönlichkeitsmerkmale) auf Effekte von Emotionen in Bezug auf das Lernen mit Multimedia (Knörzer, Brünken & Park, in press). In Publikation IV, welche an Publikation I anschließt, wurden Effekte eines positiven und negativen emotionalen Text-Designs beim Lernen mit Multimedia untersucht (Knörzer, Brünken & Park, subm. b). Diese Studie zeichnet sich insbesondere durch die Integration einer Prozessperspektive mithilfe eines Mixed-Method-Ansatzes mit den in Kapitel 2.4 dargestellten Methoden aus (Eyetracking, geleitetes retrospektives Laut-Denken).

7.1 Publikation I – Positive Emotionen und Emotionales Bild-Design: Eine Replikationsstudie¹³

7.1.1 Theoretischer Hintergrund und Fragestellung

Vor dem Hintergrund der CATLM (Moreno, 2006b; Moreno & Mayer, 2007), der *Emotional-Design-Hypothese* (Mayer & Estrella, 2014) sowie möglicher Wirkungen von Emotionen auf kognitive Prozesse (*emotions-as-facilitator/suppressor-of-learning*), knüpft diese Studie direkt an die in Kapitel 6.1 dargestellten Arbeiten zum emotionalen Bild-Design von Um et al. (2012) und Plass et al. (2014) an. Während in diesen Studien (Um et

¹³ angelehnt an Park, Knörzer, Plass & Brünken (2015).

al., 2012; Plass et al., 2014, Exp. 1) ein positives emotionales Design durch die Verwendung warmer, heller Farben sowie runder Formen mit anthropomorphen Elementen mit einem neutralen emotionalen Design (graustufige Färbung, eckige Formen ohne anthropomorphe Elemente) verglichen wurde und zusätzlich der Einfluss induzierter positiver Emotionen (versus neutrale Bedingung) untersucht wurde, wurde in der Studie von Plass et al. (2014, Exp. 2) eine Untersuchung der einzelnen Designfaktoren Form und Farbe in einem zweifaktoriellen Design realisiert, allerdings ohne externe Emotionsinduktion vor dem Lernen.

Die in dieser Publikation (Park, Knörzer et al., 2015) erschienene Studie untersucht den von Plass et al., (2014, Exp. 2) als entscheidend für eine emotionsinduzierende Wirkung eines Lernprogramms identifizierten Faktor Form bzw. die Anwendung von Anthropomorphismen genauer, indem zum einen wieder eine externe Emotionsinduktion vor dem Lernen realisiert wurde und zum anderen durch die Betrachtung von Blickbewegungsdaten (Eyetracking) wichtige Lernprozessmaße integriert wurden. Ziel der Studie stellt somit die Replikation von Befunden zur Wirkung induzierter positiver Emotionen vor dem Lernen (vgl. Plass et al., 2014; Exp. 1; Um et al., 2012) sowie zur Wirksamkeit von Elementen eines emotionalen Bild-Designs (Mayer & Estrella, 2014; Plass et al., 2014; Um et al., 2012) unter stärkerer Berücksichtigung des Lernprozesses mittels Eyetracking dar.

7.1.2 Methode

Die Studie wurde als 2 x 2-faktorielles experimentelles Design mit den Faktoren externe Emotionsinduktion (positiv [PE] vs. neutral [NE]) und interne Emotionsinduktion bzw. Design (positiv [PD] vs. neutral [ND]) realisiert. An der Untersuchung nahmen $N = 101$ Studierende (72 % weiblich; Alter: $M = 23.43$, $SD = 6.03$) teil, die randomisiert einer der vier Gruppen (PEPD, PEND, NEPD oder NEND) zugewiesen wurden.

Die externe Emotionsinduktion vor dem Lernen wurde mithilfe der Velten-Methode (s. Kapitel 5; Seibert & Ellis, 1991a) umgesetzt. Als multimediales Lernmaterial wurde dieselbe audiovisuelle Lernumgebung wie in den Studien von Um et al. (2012) und Plass et al. (2014) zu dem Biologiethema „Wie Immunisierung funktioniert“ mit systemgesteuerter Lernzeit verwendet. Die untersuchten Programmversionen unterschieden sich lediglich in der Verwendung von Anthropomorphismen (Faktor Form: mit vs. ohne; in beiden Bedingungen wurden runde Formen gezeigt); der Parameter Farbe

wurde konstant gehalten, indem nur die Programmversion mit warmer, heller Farbgebung zur Anwendung kam (vgl. Plass et al., 2014; s. Abbildung 4).



Abbildung 4. Screenshots des Lernprogramms. Links: neutrales Design (ohne Anthropomorphismen); rechts: positives Design (mit Anthropomorphismen; Park, Knörzer et al., 2015).

Die Skala Positive Aktivierung (*positive affect schedule*; PAS) des PANAS-Fragebogens (vgl. Kapitel 3.3; Watson et al., 1988) wurde als Manipulationscheck verwendet. Der Lernerfolg wurde mit Fragen zum Verstehen (12 MC-Items) und Transfer (zwei offene Fragen) erfasst. Zudem wurden *cognitive load* (Paas, 1992), subjektiv empfundene Aufgabenschwierigkeit (Kalyuga, Chandler, & Sweller, 2000), Akzeptanz des Lernprogramms und subjektiver Lernerfolg jeweils mit Ein-Item-Skalen erfasst. Situationales Interesse wurde mit einer Skala von Flowerday und Schraw (2003) erhoben. Als Kontrollvariablen wurden die Motivation der Lernenden (Skala Interesse aus dem *Inventory of School Motivation*; McInerney & Sinclair, 1991), deren Arbeitsgedächtniskapazität (Oberauer, Süß, Schulze, Wilhelm & Wittmann, 2000) und Vorwissen (Selbsteinschätzung) verwendet. Als Prozessmaß wurden die Blickbewegungen der Probanden während des Lernens aufgezeichnet (Tobii Eyetracker TX300) und bezüglich vorher definierter *Areas of Interest* (AOIs) ausgewertet. Auswertungen bezogen sich auf drei Abstraktionsebenen: (1) Die gesamte Fixationsdauer auf relevantes Lernmaterial, (2) strukturierende Text- vs. Bildabschnitte, (3) geometrische vs. expressive Anthropomorphismen (s. Abbildung 5).

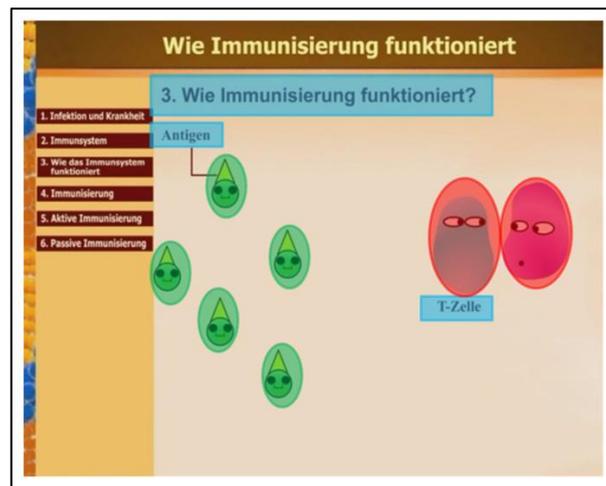


Abbildung 5. Berücksichtigte Areas of Interest (AOIs): Blaue AOIs = Textinformation, Grüne AOIs = geometrische Anthropomorphismen, rote AOIs = expressive Anthropomorphismen; grüne und rote AOIs zusammen = Bildinformation (Park, Knörzer; Plass & Brünken, 2015).

Die individuellen Sitzungen dauerten circa eine Stunde. Nach Erfassung der Kontrollmaße wurde entsprechend der Gruppenzugehörigkeit die positive oder neutrale Version der externalen Emotionsinduktion durchgeführt. Im Anschluss erfolgte der erste Manipulationscheck (PAS t1). Nach Kalibrierung des Eyetrackers wurde entweder die neutrale oder positive Version des multimedialen Lernmaterials präsentiert und die Augenbewegungen der Probanden wurden während dieser Lernphase aufgezeichnet. Nach dem Lernen erfolgte der zweite Manipulationscheck (PAS t2); zudem wurden die Fragen zu *cognitive load*, subjektiv empfundener Aufgabenschwierigkeit und situationalem Interesse vorgelegt. Nach dem Lernerfolgstest, der Erfassung der Akzeptanz des Lernprogramms und des subjektiven Lernerfolgs wurde der Arbeitsgedächtnistest durchgeführt.

7.1.3 Ergebnisse

Es gab keine signifikanten Gruppenunterschiede in den Kontrollmaßen Vorwissen, Motivation und Arbeitsgedächtniskapazität, $F_s < 1$. Die externe Emotionsinduktion war erfolgreich: Die Gruppen mit der positiven Emotionsinduktion berichteten mehr positive Emotionen im PAS t1 als die Gruppen mit der neutralen Emotionsinduktion, $F(1, 99) = 13.15$, $p < .001$, $\eta^2 = .117$. In der Analyse der Veränderung des emotionalen Zustandes während des Lernens (PAS t1 – PAS t2; vgl. Tabelle 1; Abbildung 6) zeigte sich, dass nur die Gruppe mit neutraler externaler Emotionsinduktion und neutralem

emotionalem Design (ohne Anthropomorphismen; NEND) eine Veränderung ihres emotionalen Zustandes berichtete.

Tabelle 1. Ergebnisse der 2 x 2-RM-ANOVA mit PAS t1 und PAS t2 als abhängige Variablen (AVs), externe Emotionsinduktion (E) und Design als unabhängige Variablen (UVs).

Faktoren	$F(1, 97)$	p	η^2
externale E	5.43	.022	.053
Design	< 1	<i>n.s.</i>	
externale E * Design	< 1	<i>n.s.</i>	
t	< 1	<i>n.s.</i>	
t * externale E	9.70	.002	.091
t * Design	< 1	<i>n.s.</i>	
t* externale E * Design	1.17	<i>n.s.</i>	

Anmerkung. E = Emotionsinduktion, t = Faktor der Messwiederholung (PAS t1 – PAS t2).

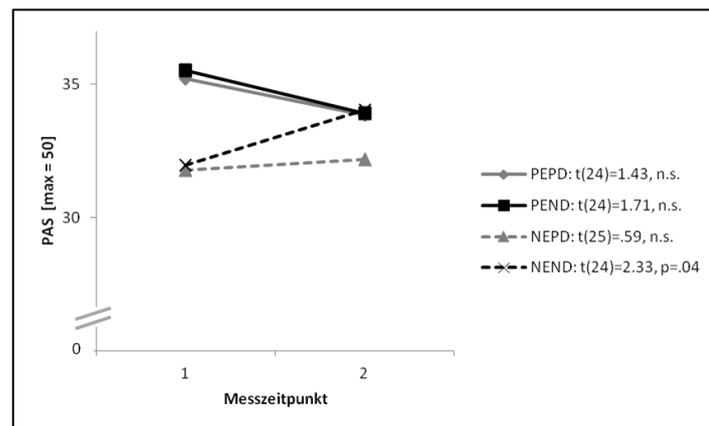


Abbildung 6. Veränderung des emotionalen Zustandes mit Angabe der Ergebnisse von paarweisen t-Tests der jeweiligen Gruppen (PAS t1 – PAS t2; Park, Knörzer; Plass & Brünken, 2015).

In Bezug auf den Lernerfolg (Tabelle 2; Abbildung 7) zeigte sich unter Berücksichtigung der Kovariaten Arbeitsgedächtniskapazität und Vorwissen jeweils ein Haupteffekt der externalen Emotionsinduktion, der auf eine bessere Lernleistung für die Gruppe mit der positiven externalen Emotionsinduktion zurückzuführen ist. Die Gruppe mit der positiven externalen und dem positiven emotionalen Design (PEPD) war in beiden Lerntestskalen den anderen Gruppen überlegen.

Tabelle 2. Ergebnisse der beiden 2 x 2-ANCOVAs mit Lernerfolgsmaßen Verstehen bzw. Transfer als AVs, externaler Emotionsinduktion (E) und Design als UVs sowie Arbeitsgedächtniskapazität und Vorwissen als Kovariaten.

Faktoren	Verstehen			Transfer		
	$F(1, 95)$	p	η^2	$F(1, 95)$	p	η^2
AG-Kapazität	15.30	< .001	.139	3.25	<i>n.s.</i>	
Vorwissen	9.90	.002	.094	4.31	.040	.043
externale E	4.14	.045	.042	4.21	.043	.042
Design	2.59	<i>n.s.</i>		< 1	<i>n.s.</i>	
externale E * Design	< 1	<i>n.s.</i>		< 1	<i>n.s.</i>	

Anmerkung. AG = Arbeitsgedächtnis; E = Emotionsinduktion

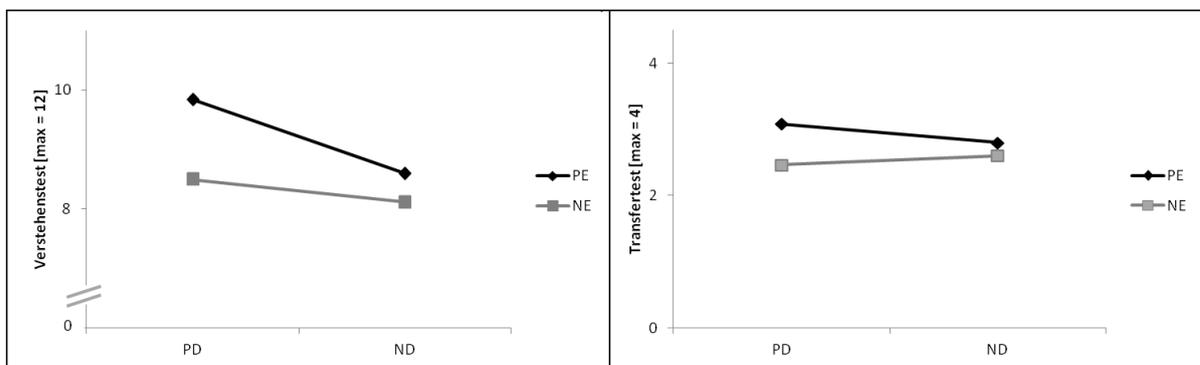


Abbildung 7. Ergebnisse in den Lernerfolgstests Verstehen (links) und Transfer (rechts); vgl. Park, Knörzer; Plass & Brünken, 2015).

In den subjektiven Dimensionen situationales Interesse, Akzeptanz des Lernprogramms, subjektiver Lernerfolg, wahrgenommene Aufgabenschwierigkeit und *cognitive load* traten keinerlei Effekte auf (berechnet mit 2 x 2-ANOVAs; alle F s < 1 außer Akzeptanz des Lernprogramms: beide HE: F s < 1; IE: $F(3, 97) = 1.96, n.s.$).

In der Analyse der Eyetrackingvariablen zeigten sich auf erster Analyseebene, welche die gesamte Fixationsdauer als abhängige Variable einbezog, keine Haupteffekte (HE externe Emotionsinduktion: $F(3, 94) = 3.59, n.s.$; HE Design: $F < 1$); jedoch konnte ein Interaktionseffekt der experimentellen Faktoren, $F(3, 94) = 4.66, p = .03, \eta^2 = .05$ nachgewiesen werden. Die Gruppe mit positiver externaler Emotionsinduktion und positivem Design zeigte die längste Fixationsdauer. Auf der zweiten Ebene wurden in einer 2 x 2-MANOVA die Fixationsdauer auf Bild- und strukturierende Textinformation als abhängige Variablen berücksichtigt. Multivariat ergaben sich ein Haupteffekt des Faktors Design, $\Lambda = .90, F(2, 93) = 5.20, p = .007, \eta^2 = .10$, in der Tendenz ein

Haupteffekt der externalen Emotionsinduktion, $\Lambda = .94$, $F(2, 93) = 2.784$, $p = .067$ sowie ein Interaktionseffekt, $\Lambda = .94$, $F(2, 93) = 2.77$, $p = .068$. Die Ergebnisse der univariaten Analysen sind in Tabelle 3 dargestellt.

Tabelle 3. Ergebnisse der univariaten Analysen (2 x 2) mit Fixationsdauer (FD) auf Bilder bzw. Texte als AVs, externe Emotionsinduktion (E) und Design als UVs.

Faktoren	FD Bilder			FD Texte		
	$F(1, 94)$	p	η^2	$F(1, 94)$	p	η^2
externale E	2.19	<i>n.s.</i>		5.42	.02	.06
Design	7.32	.01	.07	< 1	<i>n.s.</i>	
externale E * Design	5.11	.03	.05	2.8	<i>n.s.</i>	

Anmerkung. FD = Fixationsdauer; E = Emotionsinduktion

Auf der dritten Analyseebene wurde die Fixationsdauer auf geometrische versus expressive Anthropomorphismen in die 2 x 2-MANOVA als abhängige Variablen aufgenommen. In der multivariaten Auswertung ergab sich kein Haupteffekt der externalen Emotionsinduktion, $\Lambda = .95$, $F(2, 93) = 2.62$, *n.s.*. Jedoch zeigten sich ein Haupteffekt des Designs, $\Lambda = .48$, $F(2, 93) = 49.86$, $p < .001$, $\eta^2 = .52$, sowie ein Interaktionseffekt der beiden Faktoren, $\Lambda = .91$, $F(2, 93) = 4.55$, $p = .013$, $\eta^2 = .09$ (univariate Ergebnisse s. Tabelle 4; vgl. Abbildung 8). Die Gruppe mit positiver externaler Emotionsinduktion und positivem Design (PEPD) ließ die längste Fixationsdauer auf expressive Anthropomorphismen erkennen.

Tabelle 4. Ergebnisse der univariaten Analysen (2 x 2) mit Fixationsdauer (FD) auf geometrische bzw. expressive Anthropomorphismen (A) als AVs, externe Emotionsinduktion (E) und Design als UVs.

Faktoren	FD geometrische A			FD expressive A		
	$F(1, 94)$	p	η^2	$F(1, 94)$	p	η^2
externale E	1.10	<i>n.s.</i>		4.39	.039	.05
Design	< 1	<i>n.s.</i>		43.53	< .001	.32
externale E * Design	3.07	<i>n.s.</i>		8.47	.005	.08

Anmerkung. FD = Fixationsdauer; A = Anthropomorphismen; E = Emotionsinduktion

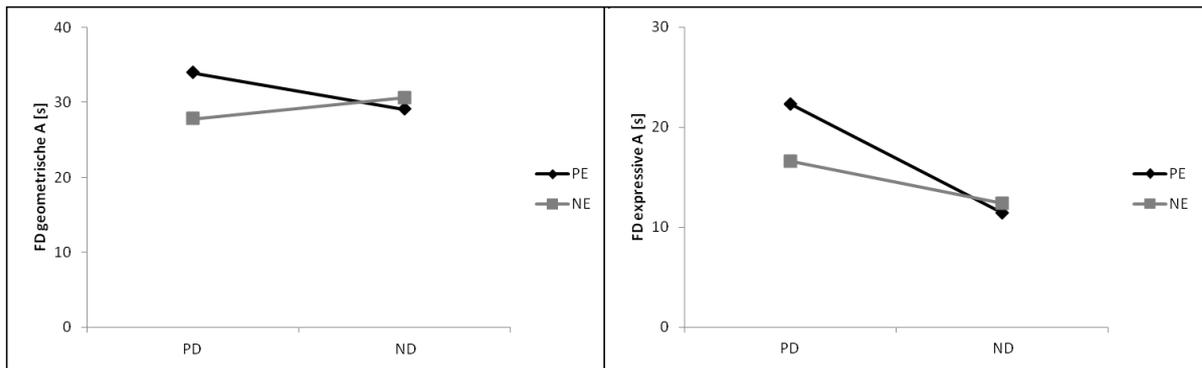


Abbildung 8. Fixationsdauer (FD) auf geometrische (links) und expressive (rechts) Anthropomorphismen (A; vgl. Park, Knörzer; Plass & Brünken, 2015).

7.1.4 Zusammenfassung und Diskussion

Während die externale Emotionsinduktion vor dem Lernen erfolgreich war, konnte für das emotionale Bild-Design im Gegensatz zu den Studien von Um et al. (2012) und Plass et al. (2014) keine emotionsinduzierende Wirkung nachgewiesen werden. Dies kann möglicherweise auf die Reduzierung der Design-Variation auf den Faktor Form bzw. Anthropomorphismen in einem sonst positiv emotionalen Design mit hellen, warmen Farben zurückgeführt werden oder aber auf einen Deckeneffekt bezüglich berichteter positiver Emotionen vor dem Lernen (PAS t1). In Bezug auf den Lernerfolg konnten lernförderliche Effekte positiver Emotionen vor dem Lernen repliziert werden (Plass et al., 2014, Exp. 1; Um et al., 2012), ein lernförderlicher Effekt des emotionalen Designs wurde im Gegensatz zu anderen Studien (Mayer & Estrella, 2014; Plass et al., 2014; Um et al., 2012) nicht nachgewiesen, was wiederum auf eine zu geringe Variation im Lernprogramm zurückgeführt werden kann. Wie auch in den Vorläuferstudien von Plass et al. (2014, Exp. 1 und 2) konnten keine Effekte auf subjektive Maße festgestellt werden, wobei zu berücksichtigen ist, dass diese mit Ein-Item-Skalen erfasst wurden. In Bezug auf die Eyetracking-Maße gab es keine Gruppenunterschiede in der gesamten Fixationsdauer, möglicherweise da verbale und non-verbale Elemente in dieser Analyse konfundiert waren. Obwohl die Gruppen mit positiver Emotionsinduktion vor dem Lernen strukturierende Textpassagen länger fixierten, kann dies wegen fehlender Korrelation nicht deren höheren Lernerfolg erklären. Das positive emotionale Design mit Anthropomorphismen führte hingegen zu längeren Fixationsdauern auf die relevanten Bild-Elemente, was einen von der *Emotional-Design-Hypothese* postulierten aufmerksamkeitslenkenden Effekt emotionaler Designelemente nahelegt. Dieser konnte allein auf einen solchen Effekt expressiver Anthropomorphismen zurückgeführt werden, geometrische Anthropomorphismen beeinflussten das Blickverhalten nicht (vgl. Nummenmaa, Hyönä & Calvo, 2006).

In weiteren Studien kann die Verwendung rein visueller multimedialer Lernumgebungen eine Interpretation von Blickbewegungsdaten erleichtern, beispielsweise von Integrationsprozessen zwischen Text und Bildinformation. Die Erfassung qualitativer Daten beispielsweise mithilfe der Methode des (geleiteten) retrospektiven Laut-Denkens kann darüber hinaus weiteren Aufschluss über entscheidende Unterschiede in Verarbeitungsprozessen geben. Insgesamt unterstützen die Ergebnisse der Studie die affektive Mediationsannahme der CATLM, da ein Einfluss positiver Emotionen auf den Lernerfolg diagnostiziert wurde. Die *Emotional-Design*-Hypothese konnte jedoch wahrscheinlich aufgrund der zu ähnlichen Wahl einer Vergleichsgruppe (helle, warme Farben) nur bedingt bestätigt werden. Weitere Untersuchungen zur Verwendung anthropomorpher Gestaltungsmerkmale sollten insbesondere expressive Elemente nutzen.

7.2 Publikation II – Effekte positiver und negativer Emotionen: Eine experimentelle Untersuchung von Wirkmechanismen¹⁴

7.2.1 Theoretischer Hintergrund und Fragestellung

In dieser Studie wurde der Einfluss experimentell induzierter positiver und erstmals auch negativer Emotionen auf das Lernen mit Multimedia untersucht. Aufgrund der inkonsistenten Befundlage bezüglich der Richtung des Einflusses von Emotionen auf Lernprozesse allgemein (vgl. Kapitel 4.1) wurden in einem experimentellen Ansatz zudem potentielle Wirkmechanismen berücksichtigt. Neben den allgemeinen Hypothesen, dass Emotionen das Lernen mit Multimedia fördern oder behindern können (vgl. *emotions-as-facilitator/suppressor-of-learning*-Hypothese; Um et al., 2012; Kapitel 4.1), wurden vier Annahmen als infrage kommende Wirkmechanismen eingeführt, die als sich ergänzend angenommen wurden, um Effekte von Emotionen auf (multimediales) Lernen erklären zu können (vgl. Kapitel 4.2): (1) Die Extraneous-Load-Annahme postuliert, dass positive und negative Emotionen eine Art irrelevante kognitive Belastung darstellen und somit das Lernen mit Multimedia behindern (vgl. CLT; Sweller, 2010). (2) Die Motivationsannahme geht von motivationsförderlichen Einflüssen positiver Emotionen auf intrinsische Motivation sowie negativer Emotionen auf extrinsische Motivation aus, wenngleich die Befundlage bezüglich negativer Emotionen nicht eindeutig ist. (3) Die Aufmerksamkeitsannahme postuliert einerseits einen ablenkenden Effekt von positiven und negativen Emotionen, andererseits einen verbreiterten Aufmerksamkeitsfokus beim Erleben positiver Emotionen und einen engeren bei negativen Emotionen. (4) Die

¹⁴ angelehnt an Knörzer, Brünken & Park (2016).

Annahme der Verarbeitungsstile besagt, dass positive Emotionen eher mit oberflächlicher und heuristischer Informationsverarbeitung sowie divergentem Denken, negative Emotionen eher mit analytischem, detaillierten Verarbeitungsstil sowie konvergentem Denken assoziiert sind.

In dieser Studie wurde der Einfluss positiver und negativer induzierter Emotionen im Vergleich zu einer neutralen Kontrollgruppe auf das Lernen mit Multimedia untersucht. Zudem wurden Variablen berücksichtigt, welche Operationalisierungen der eingeführten Wirkmechanismen bzw. Erklärungsansätze darstellen.

7.2.2 Methode

An der Studie nahmen $N = 75$ Studierende (69.33 % weiblich, Alter: $M = 24.01$, $SD = 3.44$) teil. Diese wurden randomisiert einer von drei Gruppen in einem einfaktoriellen experimentellen Design zugewiesen, welche entweder eine positive (POS), negative (NEG) oder neutrale (NEU) externe Emotionsinduktion erhielten. Die Emotionsinduktion wurde als Kombinationsmethode von autobiographischem Erinnern und Musik (vgl. Kapitel 5) realisiert, welche vor der Untersuchung pilotiert wurde. In den Gruppen mit positiver bzw. negativer Emotionsinduktion wurden die Probanden aufgefordert, eine fröhliche bzw. traurige Situation aus ihrem Leben so detailliert wie möglich zu erinnern und nachzuerleben. Sie sollten sich möglichst viele Details der Situation in Erinnerung rufen und Stichworte davon notieren, während ein fröhliches (Mozart, Divertimento No. 136) respektive trauriges (Sibelius, Schwan von Tuonela) Musikstück abgespielt wurde, um die Emotionsinduktion zu verstärken. Bei der neutralen Emotionsinduktion, welche auf eine ausgleichende Funktion bezüglich potentiell vorherrschender starker Emotionen abzielte, sollten Probanden einen gewöhnlichen Mittwochmorgen erinnern, wobei keine Musik gespielt wurde. Die Emotionsinduktion dauerte in allen Bedingungen circa 7:30 Minuten. Als Lernmaterial wurde die bereits bewährte multimediale Instruktion zur Funktion und Struktur der ATP-Synthase verwendet, welche mit systemgesteuerter Lernzeit in rein visueller Modalität (geschriebener Text + statisches Bild) präsentiert wurde (s. Abbildung 9).

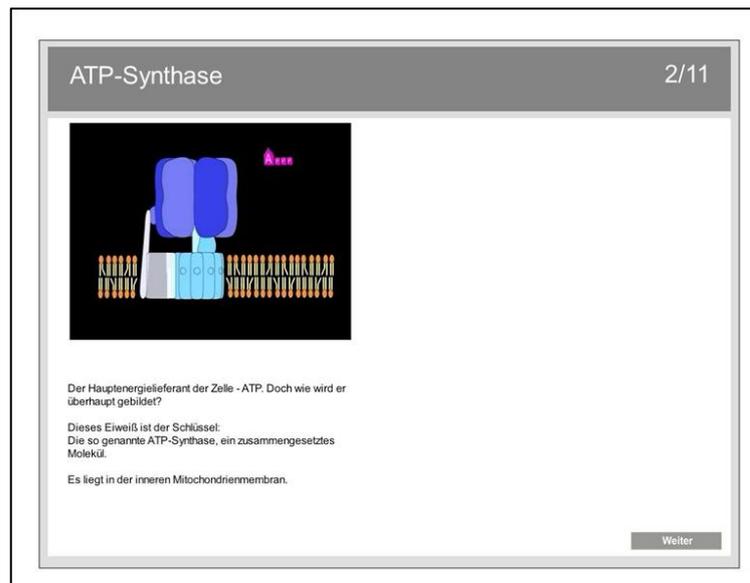


Abbildung 9. Screenshot aus dem multimedialen Lernprogramm zur ATP-Synthase (Publikationen II und III; vgl. Knörzer, Brünken & Park, 2016).

Emotionen der Lernenden wurden als Kontrollvariable vor sowie als Manipulationscheck nach der Emotionsinduktion mit den PANAVA-Kurzskalen (Schallberger, 2005) erhoben, welche die Skalen Positive Aktivierung (PA), Negative Aktivierung (NA) und Valenz (VA) messen (vgl. Kapitel 3.3). Der Lernerfolgstest erfasste die Lernleistung mit den Skalen Behalten, Verstehen und Transfer. Zur Erfassung der Motivation diente die *Situational Motivation Scale* (SIMS; Gillet et al., 2013; Guay, Vallerand, & Blanchard, 2000) mit den Subskalen intrinsische und extrinsische Motivation. Als Eyetracking-Maße wurden der auf die relevanten Teile des Lernmaterials bezogene Anteil der Fixationsdauer sowie die Anzahl der Fixationen auf die relevanten Lernmaterialteile (Text und Bild zusammen) einbezogen. Zudem wurden die mentale Anstrengung sowie die Aufgabenschwierigkeit als Maße für *cognitive load* gemessen (Paas, 1992; Kalyuga et al., 2000) und der subjektive Lernerfolg erhoben. Als Kontrollvariablen wurden die Arbeitsgedächtniskapazität (Corsi-Block-Tapping Task; Kessels, van den Berg, Ruis & Brands, 2008), das Vorwissen (5 Items) sowie Emotionsregulationsstrategien (*Emotion Regulation Questionnaire*; Abler & Kessler, 2009; Gross & John, 2003) berücksichtigt.

Die Probanden wurden in individuellen Sitzungen mit einer Dauer von circa 90 Minuten getestet. Nach der Erfassung von Baseline-Maßen der Emotion (PANAVA t1) und Motivation wurden der Arbeitsgedächtnistest sowie der Vorwissenstest durchgeführt. Dann erfolgte die positive, negative oder neutrale Emotionsinduktion und in deren Anschluss der Manipulationscheck (PANAVA t2). Nach Kalibrierung des Eyetrackers

wurde das Lernprogramm präsentiert, wobei nach der Hälfte des Lernprogramms die mentale Anstrengung und die Aufgabenschwierigkeit erhoben wurden. Nach dem Lernen wurden der Motivationsfragebogen, der Lernerfolgstest sowie das Item zum subjektiven Lernerfolg bearbeitet.

7.2.3 Ergebnisse

Es gab keine signifikanten Gruppenunterschiede in den Kontrollvariablen Arbeitsgedächtniskapazität, $F(2, 72) = 1.12$, *n.s.*; Vorwissen, $F < 1$; den Emotionsregulationsstrategien *Reappraisal*, $F(2, 72) = 2.60$, *n.s.*, sowie *Suppression*, $F(2, 72) = 2.24$, *n.s.*. In den Baselinemessungen der Emotionsvariablen (PA: $F < 1$, NA: $F(2, 72) = 1.39$, *n.s.*; VA: $F < 1$) sowie der Motivationskalen (beide F s < 1) waren die Gruppenunterschiede ebenfalls nicht signifikant. Die Emotionsinduktion war erfolgreich: Die drei Gruppen unterschieden sich nach dieser in allen drei Emotionskalen signifikant voneinander (vgl. Tabelle 5).

Tabelle 5. Ergebnisse von Oneway-ANOVAs mit Werten der Skalen des PANAVA t2 als AVs und Gruppe als UV.

Variable	$F(2, 72)$	p	η^2
Positive Aktivierung t2	16.61	.001	.42
Negative Aktivierung t2	15.07	.001	.41
Valenz t2	58.23	.001	.62

Anmerkung. t2 bezeichnet den 2. Messzeitpunkt (nach der Emotionsinduktion).

Bezüglich der Lernerfolgsskalen Behalten, Verstehen und Transfer wurde in einer einfaktoriellen MANOVA ein signifikanter Gruppenunterschied festgestellt, $\Lambda = .82$, $F(6, 138) = 2.39$, $p = .031$, $\eta^2 = .09$. Während in der Behaltensskala keine signifikanten Gruppenunterschiede auftraten, zeigten die signifikanten Unterschiede in den anderen beiden Skalen, dass die Gruppe mit der negativen Emotionsinduktion am besten und die Gruppe mit der positiven Emotionsinduktion am schlechtesten abschnitt (s. Tabelle 6).

Tabelle 6. Ergebnisse von univariaten Analysen mit den drei Lernerfolgsskalen Behalten, Verstehen und Transfer als AVs und Gruppe als UV.

Variable	$F(2, 72)$	p	η^2
Behalten	2.20	<i>n.s.</i>	
Verstehen	3.76	.028	.10
Transfer	6.42	.003	.15

Um Veränderungen in den Motivationswerten auszuwerten, wurden RM-ANOVAs mit den Werten der jeweiligen Motivationskalen berechnet. Bezüglich intrinsischer Motivation deutete ein Haupteffekt des Messzeitpunktes, $F(1, 72) = 6.71$, $p = .012$, $\eta^2 = .09$, auf ein Absinken dieser Motivationsfacette hin. Es gab weder einen Haupteffekt der Gruppe noch einen Interaktionseffekt von Gruppe und Messzeitpunkt, $F_s < 1$. Das gleiche Muster zeigte sich bezüglich extrinsischer Motivation: Ein Haupteffekt des Messwiederholungsfaktors, $F(1, 72) = 3.66$, $p = .043$, $\eta^2 = .06$, deutete auf ein Ansteigen extrinsischer Motivation hin, während kein Haupteffekt der Gruppe sowie kein Interaktionseffekt von Gruppe und Messzeitpunkt nachgewiesen werden konnten, $F_s < 1$.

Eyetrackingdaten zeigten, dass sich Gruppen bezüglich des Anteils der auf relevante Informationen bezogene Fixationsdauer, $F(2, 62) = 6.01$, $p = .004$, $\eta^2 = .16$ sowie der Anzahl der Fixationen, $F(2, 62) = 5.49$, $p = .006$, $\eta^2 = .15$ signifikant unterschieden. Beide Male zeigten sich in der Gruppe mit der negativen Emotionsinduktion die größten, in der Gruppe mit der positiven Emotionsinduktion die niedrigsten Werte.

Die Gruppen unterschieden sich nicht signifikant in Bezug auf die angegebene mentale Anstrengung, $F(2, 72) = 1.05$, *n.s.*, und auch nicht im subjektiven Lernerfolg, $F < 1$. Der signifikante Gruppenunterschied bezüglich der wahrgenommenen Aufgabenschwierigkeit, $F(2, 72) = 3.45$, $p = .037$, $\eta^2 = .087$ deutete auf eine höhere wahrgenommene Schwierigkeit in der Gruppe mit der positiven Emotionsinduktion hin.

7.2.4 Zusammenfassung und Diskussion

In dieser Studie wurde gezeigt, dass experimentell induzierte positive und negative Emotionen das Lernen mit Multimedia beeinflussen. Positive induzierte Emotionen hatten einen lernhinderlichen, negative induzierte Emotionen einen lernförderlichen Einfluss auf das Lernen mit Multimedia.

Die Emotionen Fröhlichkeit und Traurigkeit konnten durch die externe Emotionsinduktion erfolgreich induziert werden, die Unterschiede zur neutral induzierten Gruppe waren bezüglich aller drei Emotionsskalen signifikant. Der Effekt der induzierten Emotionen auf die Lernerfolgsmaße war bei Skalen größer, für deren Beantwortung tiefere Verarbeitungsprozesse während des Lernens nötig waren. Die lernhinderlichen Effekte induzierter positiver Emotionen widersprechen bisherigen Befunden beim Lernen mit Multimedia (Publikation I; Plass et al., 2014; Um et al., 2012), können aber durch die Wahl einer optimierten Emotionsinduktionsmethode, die weniger anfällig für *demand characteristics* ist und auf eine Beeinflussung von Kognitionen abzielt, erklärt werden (s.

Kapitel 5). Alternativ können die inkonsistenten Befunde auch durch einen Vergleich der Lernmaterialien dieser Studie mit dem Lernmaterial zu „Immunsierung“, welches in den vorherigen Studien eingesetzt wurde (Publikation I; Plass et al., 2014; Um et al., 2012); erklärt werden. Das in dieser Studie (Publikation II) verwendete Material zur ATP-Synthese weist eine höhere Schwierigkeit auf und wurde in rein visueller Modalität dargeboten, sodass ebenfalls ein modalitätsspezifischer Effekt vorliegen könnte.

Der lernhinderliche Effekt induzierter positiver Emotionen kann in Bezug auf die postulierten Wirkmechanismen über die Extraneous-Load-Annahme erklärt werden, allerdings finden sich in diesem Maß keine signifikanten Gruppenunterschiede. Die Gruppe mit der positiven Emotionsinduktion zeigte jedoch ein geringeres Maß an kognitiver Aktivität beim Lernen (Fixationsanzahl) als die beiden anderen Gruppen. Zudem ist der Anteil der Fixationszeit auf die relevanten Informationen des Lernmaterials in dieser Gruppe am geringsten, sodass im Sinne der Aufmerksamkeitsannahme von einem aufmerksamkeitsablenkenden Effekt positiver Emotionen ausgegangen werden kann, der mit weniger detaillierter Informationsverarbeitung einherging (Fixationsanzahl; vgl. Annahme der Verarbeitungsstile). Zudem können diese Einflüsse unter Bezugnahme auf das Yerkes-Dodson-Gesetz (Yerkes & Dodson, 1908) als Effekte sehr intensiver bzw. aktivierender Emotionen interpretiert werden. Induzierte negative Emotionen, welche sich in dieser Studie als lernförderlich erwiesen, können nicht über die Motivationsannahme erklärt werden, da die Ergebnisse für diese Variable der Annahme widersprechen. Hier sprechen die Eyetrackingmaße für eine fokussiertere und detailliertere Informationsverarbeitung während des Lernens (Annahme der Verarbeitungsstile und Aufmerksamkeitsannahme).

Die Ergebnisse der Studie unterstützen die Annahmen der CATLM und zeigen, dass Emotionen einen wichtigen Prädiktor für das Lernen mit Multimedia darstellen. Dennoch ist bei der Interpretation dieser Ergebnisse zu beachten, dass die berichtete Valenz in der Gruppe mit der negativen Emotionsinduktion lediglich im mittleren Skalenbereich lag, sodass die lernförderlichen Effekte induzierter negativer Emotionen möglicherweise als Effekte eines Emotionszustandes mittlerer Valenz (eher neutraler emotionaler Zustand) zu interpretieren sind.

7.3 Publikation III – Lernercharakteristika und ihr moderierender Einfluss auf Emotionen und das Lernen mit Multimedia¹⁵

7.3.1 Theoretischer Hintergrund und Fragestellung

Neben der Annahme, dass affektive Prozesse bzw. Emotionen das Lernen mit Multimedia beeinflussen, postuliert eine weitere Annahme der CATLM, dass interindividuelle Unterschiede der Lernenden einen Einfluss auf die Effektivität multimedialer Lernumgebungen haben (vgl. Kapitel 2.2). Diese Studie verbindet die beiden Annahmen in einem integrativen Ansatz, indem in regressionsbasierten Moderationsanalysen untersucht wurde, inwiefern unterschiedliche Lernercharakteristika (kognitive Ressourcen, Persönlichkeitsfaktoren) den Einfluss von induzierten positiven und negativen Emotionen auf Lernen mit Multimedia moderieren (vgl. Kapitel 4.3). Als Lernercharakteristika wurden in Bezug auf kognitive Ressourcen die Arbeitsgedächtniskapazität sowie das Vorwissen einbezogen. Als wichtige Prädiktoren für das Lernen mit Multimedia wurden beide Variablen bereits identifiziert. Die Annahme, dass kognitive Ressourcen den Einfluss von Emotionen auf das Lernen mit Multimedia moderieren können, steht im Einklang mit der Annahme einer kognitiven Komponente von Emotionen (vgl. Emotionsdefinition; Kapitel 3.2; Scherer, 1990), welche als irrelevante kognitive Belastung wirken kann (vgl. CLT; Sweller, 2010). Die Persönlichkeitsfaktoren Neurotizismus und Offenheit für Erfahrung (McCrae & Costa, 1999) wurden als diejenigen Persönlichkeitsdimensionen identifiziert, welche mit Emotionswahrnehmung und -empfindung assoziiert sind (Borkenau & Ostendorf, 2008). Neurotizismus wird oft als mit der Wahrnehmung und Empfindung negativer Emotionen in Zusammenhang gebracht; bezüglich des Zusammenhangs mit Lernleistung wurde Neurotizismus als schwacher (negativer) Prädiktor identifiziert (O'Connor & Paunonen, 2007). Menschen mit einer hohen Ausprägung auf dem Merkmal Offenheit für Erfahrung erleben positive wie negative Emotionen mit größerer Intensität. Offenheit für Erfahrung ist zudem leicht positiv mit Lernerfolgsmaßen korreliert, wobei das Konfidenzintervall in dieser Meta-Analyse als recht groß angegeben, sodass interagierende Variablen wie beispielsweise Emotionen möglicherweise eine Rolle spielen (O'Connor & Paunonen, 2007).

¹⁵ angelehnt an Knörzer, Brünken & Park (in press).

7.3.2 Methode

Der Studie liegt ein einfaktorielles experimentelles Design mit zwei Gruppen zugrunde, welche entweder eine positive oder eine negative externe Emotionsinduktion vor dem Lernen erhielten. Es nahmen $N = 50$ Studierende (68 % weiblich, Alter: $M = 24.06$, $SD = 3.19$) an der Untersuchung teil; diese wurden randomisiert einer der beiden Gruppen zugewiesen. Die Emotionsinduktion wurde mittels einer kombinierten Methode aus autobiographischem Erinnern und Musik (vgl. Publikation II; Kapitel 7.2) durchgeführt, das Lernmaterial zur ATP-Synthase wurde ebenfalls identisch mit dem aus Studie II dargeboten. Als Baseline und Manipulationscheck wurde der PANAVA-Fragebogen (Schallberger, 2005) verwendet, der Lernerfolg wurde mit einem Test bestehend aus insgesamt 22 Aufgaben erfasst. Die potentielle Moderationsvariable Arbeitsgedächtniskapazität wurde mit der Corsi-Block-Tapping-Task (Kessels et al., 2008), der potentielle Moderator Vorwissen anhand eines Vorwissenstest mit fünf Items gemessen. Die Persönlichkeitsfaktoren Big Five wurden mit den entsprechenden Skalen des NEO-FFI (Borkenau & Ostendorf, 2008) abgefragt. Neben den potentiellen Moderationsvariablen sowie allen Persönlichkeitsdimensionen diente ein Motivationsmaß (SIMS; Guay et al., 2000) als Kontrollvariable.

Die Teilnehmer wurden in individuellen Sitzungen mit einer Dauer von je 90 Minuten getestet. Zunächst wurden Motivation, die Emotionsbaseline und die Persönlichkeitsdimensionen erfasst, dann folgten der Arbeitsgedächtnis- und der Vorwissenstest. Danach erhielten die Probanden entweder die positive oder negative Emotionsinduktion sowie nachfolgend den Emotionsfragebogen als Manipulationscheck. Im Anschluss wurde das Lernprogramm präsentiert, am Ende wurde der Lernerfolgstest durchgeführt.

Die Moderationsanalysen wurden mit dem Makro PROCESS für SPSS (Hayes, 2013) berechnet. Hierfür wurde die Gruppenvariable kontrastkodiert (negativ: -1, positiv: +1), alle anderen Variablen wurden zur besseren Interpretation z-standardisiert. Es wurden jeweils die Moderationsvariablen für kognitive Ressourcen bzw. Persönlichkeit gemeinsam in einem Regressionsmodell mit zwei simultanen Moderatoren integriert (siehe Abbildung 10 für das konzeptuelle Regressionsmodell).

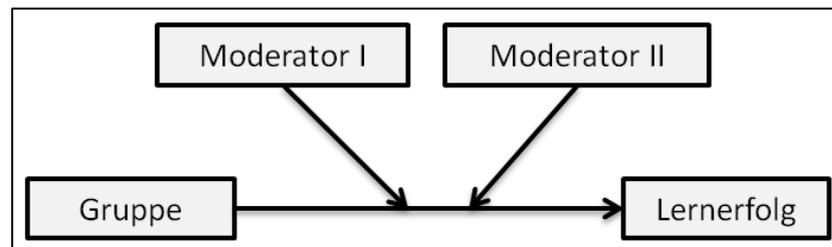


Abbildung 10. Konzeptuelles Regressionsmodell mit zwei potentiellen Moderatoren (vgl. Knörzer, Brünken & Park, in press).

7.3.3 Ergebnisse

In den Kontrollvariablen Motivation und den Persönlichkeitsfaktoren Extraversion, Verträglichkeit und Gewissenhaftigkeit sowie in den potentiellen Moderatorvariablen Vorwissen, Arbeitsgedächtniskapazität, Neurotizismus, Offenheit für Erfahrung und auch in der Emotionsbaseline gab es keine signifikanten Gruppenunterschiede, alle $F_s < 1.45$, *n.s.*. Die Emotionsinduktion war erfolgreich. Die beiden Gruppen unterschieden sich in allen Emotionsskalen signifikant voneinander (PA: $F(1, 48) = 41.36$, $p < .01$, $\eta^2 = .46$; NA: $F(1, 48) = 15.07$, $p < .01$, $\eta^2 = .40$; VA: $F(1, 48) = 118.91$, $p < .01$, $\eta^2 = .71$). Im Lernerfolgstest schnitt die Gruppe mit der negativen Emotionsinduktion signifikant besser ab als die Gruppe mit der positiven Emotionsinduktion, $F(1, 48) = 10.07$, $p < .01$, $\eta^2 = .17$.

Im ersten Regressionsmodell wurden die potentiellen Moderatoren Vorwissen und Arbeitsgedächtniskapazität berücksichtigt (Abbildung 11). Das Regressionsmodell war signifikant, $R^2 = .67$, $F(5, 44) = 17.83$, $p < .001$ mit Haupteffekten der Gruppe, $\beta = -.28$, $t(44) = -3.17$, $p = .003$, sowie der Moderatorvariablen Vorwissen, $\beta = .69$, $t(44) = 7.82$, $p < .001$, und Arbeitsgedächtniskapazität, $\beta = .18$, $t(44) = 2.00$, $p = .05$. Die Interaktionseffekte zeigten sich nicht (Vorwissen * Gruppe: $\beta = .01$, $t(44) = .11$, *n.s.*; Arbeitsgedächtniskapazität * Gruppe: $\beta = .02$, $t(44) = .23$, *n.s.*). Dennoch konnten bei näherer Analyse der bedingten Effekte für einzelne Perzentile der Moderatorvariablen (vgl. Tabelle 7) nachgewiesen werden, dass bei höchster Ausprägung in mindestens einer der Variablen zu kognitiven Ressourcen der Einfluss von Emotionen auf den Lernerfolg kompensiert werden konnte.

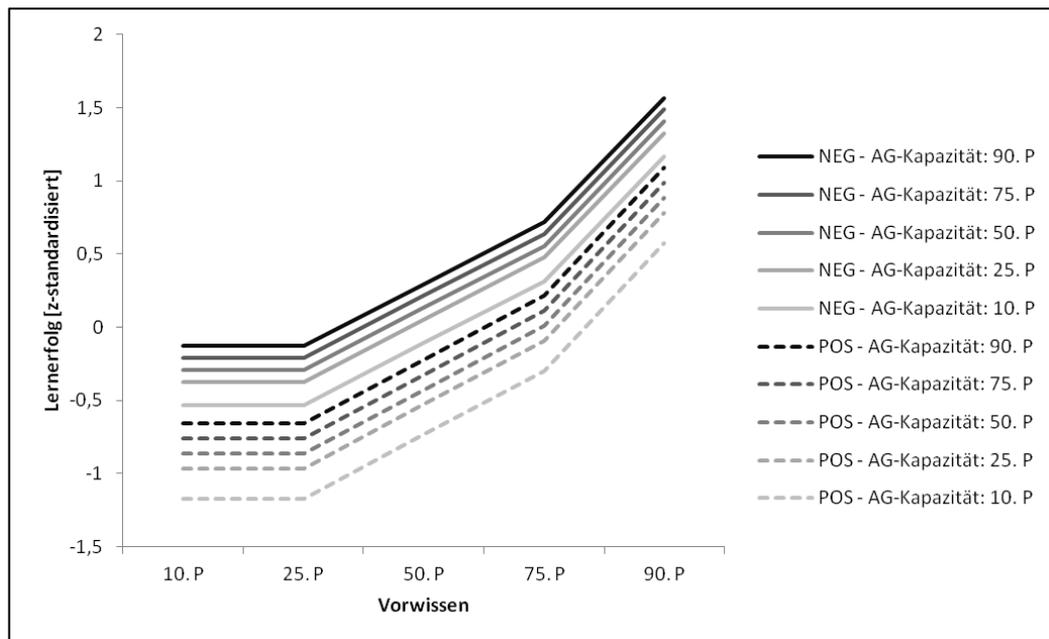


Abbildung 11. Ergebnisse Regressionsmodell mit Vorwissen und Arbeitsgedächtnis-Kapazität (AG-Kapazität) als Moderatorvariablen für das 10., 25., 50., 75. und 90. Perzentil (P; vgl. Knörzer, Brünken & Park, in press).

Tabelle 7. Bedingte Effekte (p -Werte) für je das 10., 25., 50., 75. und 90. Perzentil (P) der Moderatoren Arbeitsgedächtniskapazität und Vorwissen in Bezug auf den Effekt von der Gruppenvariable auf den Lernerfolg (vgl. Knörzer, Brünken & Park, in press).

		Vorwissen				
		10. P	25. P	50. P	75. P	90. P
Arbeitsgedächtniskapazität	10. P	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>
	25. P	.02	.02	.01	.01	<i>n.s.</i>
	50. P	.02	.02	.003	.01	<i>n.s.</i>
	75. P	.03	.03	.01	.02	<i>n.s.</i>
	90. P	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	.05	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>

Auch das zweite Regressionsmodell mit den potentiellen Moderatoren Offenheit für Erfahrung und Neurotizismus war signifikant, $R^2 = .34$, $F(5, 44) = 4.47$, $p = .002$ (Abbildung 12). Hier ergaben sich Haupteffekte der Gruppe, $\beta = -.37$, $t(44) = -3.01$, $p = .004$, sowie von Offenheit für Erfahrung, $\beta = .26$, $t(44) = 2.00$, $p = .05$, aber nicht von Neurotizismus, $\beta = .01$, $t(44) = .04$, *n.s.*. Während der Interaktionseffekt von Offenheit für Erfahrung mit der Gruppenvariable nicht nachgewiesen werden konnte, $\beta = .07$, $t(44) = .57$, *n.s.*, ergab sich ein Interaktionseffekt von Neurotizismus mit der Gruppenvariable, $\beta = -.27$, $t(44) = -2.01$, $p = .05$. Die Analyse der indirekten Effekte

(s. Tabelle 8) bestätigte Neurotizismus in seiner moderierenden Funktion. Bei geringen Neurotizismus-Werten konnte kein Einfluss der Emotionen auf den Lernerfolg nachgewiesen werden; dieser konnte lediglich für hohe Neurotizismus-Werte gezeigt werden. Bei mittleren Neurotizismus-Werten konnte eine hohe Ausprägung auf dem Faktor Offenheit für Erfahrung den Einfluss von Emotionen ebenfalls kompensieren.

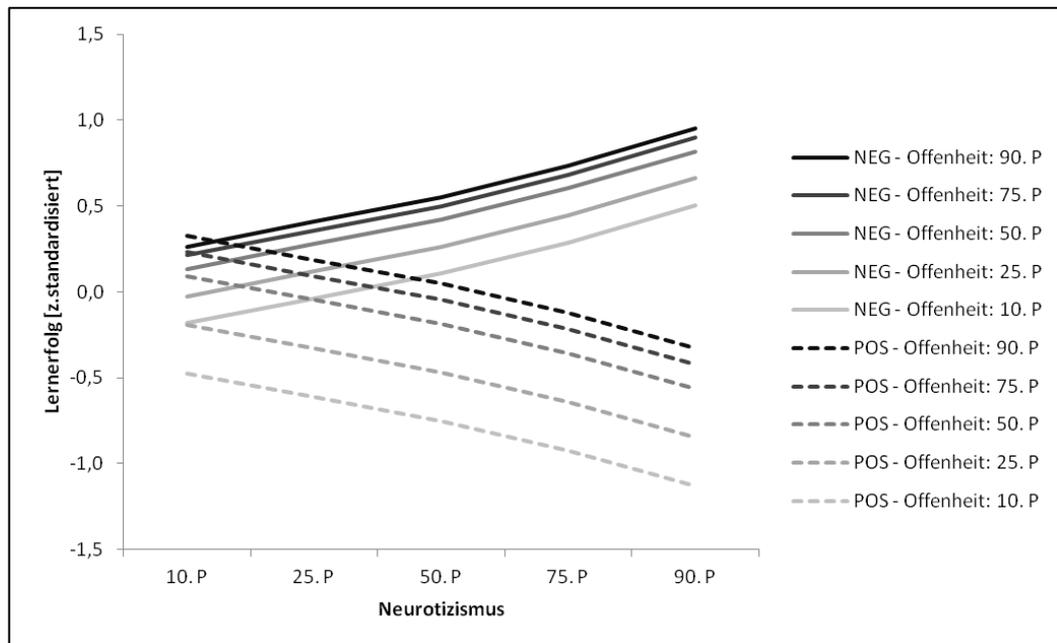


Abbildung 12. Ergebnisse Regressionsmodell mit Neurotizismus und Offenheit (für Erfahrung) als Moderatorvariablen für das 10., 25., 50., 75. und 90. Perzentil (P; vgl. Knörzer, Brünken & Park, in press).

Tabelle 8. Bedingte Effekte (p -Werte) für je das 10., 25., 50., 75. und 90. Perzentil (P) der Moderatoren Offenheit für Erfahrung und Neurotizismus in Bezug auf den Effekt von der Gruppenvariable auf den Lernerfolg (vgl. Knörzer, Brünken & Park, in press).

		Neurotizismus				
		10. P	25. P	50. P	75. P	90. P
Offenheit für Erfahrung	10. P	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	.01	.002
	25. P	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	.02	.001	.001
	50. P	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	.02	.002	.003
	75. P	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	.01	.01
	90. P	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	.03	.02

7.3.4 Zusammenfassung und Diskussion

Entsprechend der Ergebnisse von Publikation II (Kapitel 7.2) war die Emotionsinduktion positiver und negativer Emotionen erfolgreich; die Gruppe mit negativen induzierten Emotionen schnitt im Lernerfolgstest besser ab als die Gruppe mit positiven induzierten Emotionen. Dies könnte einmal mehr auf eine ablenkende Funktion der als sehr intensiv eingeschätzten induzierten positiven Emotionen zurückgeführt werden. Der lernförderliche Effekt induzierter negativer Emotionen sollte unter Berücksichtigung der angegebenen mittleren Valenzwerte im Manipulationscheck interpretiert werden. Insgesamt hilft bei der weiteren Interpretation eine Betrachtung von Variablen, die Auskunft über den Lernprozess geben können; diese wurden in Studie II (Kapitel 7.2) beleuchtet.

Kognitive Ressourcen wurden in dieser Studie als bedeutsame Prädiktoren des Lernerfolgs identifiziert; eine hohe Arbeitsgedächtniskapazität oder hohes Vorwissen stellten sich als lernförderlich heraus. Durch die Vorwissensverteilung in der Studie (geringes Vorwissen) konnten mögliche kompensatorische Effekte dieser Variable bezüglich möglicher negativer Wirkungen von positiven Emotionen auf das Lernen mit Multimedia nur für Lernende mit höchstem Vorwissen (oder höchster Arbeitsgedächtniskapazität) nachgewiesen werden. Diese Befunde stehen im Einklang mit Annahmen der CLT (Sweller, 2010) sowie einer kognitiven Komponente von Emotionen. Die Persönlichkeitsdimension Neurotizismus prädizierte nicht den Lernerfolg, sondern verstärkte in der Funktion als Moderator Effekte von Emotionen auf das Lernen mit Multimedia. Offenheit für Erfahrung war positiv mit Lernerfolg assoziiert, hatte jedoch keine moderierende Funktion. Insgesamt unterstützen die Ergebnisse der Studie Annahmen der CATLM und weisen zudem auf mögliche Wechselbeziehungen der in den Annahmen angesprochenen Variablen hin.

7.4 Publikation IV – Emotionales Text-Design: Eine Mixed-Methods Studie¹⁶

7.4.1 Theoretischer Hintergrund und Fragestellung

In dieser Studie wurden in Anlehnung an die Hypothesen zum emotionalen Bild- bzw. Text-Design multimedialer Lernumgebungen Effekte eines positiven und negativen emotionalen Text-Designs (vgl. Kapitel 6.3) auf das Lernen mit Multimedia untersucht. Zudem wurde hier der Forderung nach einer stärkeren Einbeziehung von Prozessmaßen nachgekommen, indem sowohl Eyetracking-Variablen als auch qualitative Daten zum

¹⁶ angelehnt an Knörzer, Brünken & Park (subm. b).

Lernprozess integriert wurden. Neben den üblichen wichtigen Lernerfolgsmaßen stand somit zudem eine Prozessperspektive im Vordergrund, welche versucht, die in Multimedia-Theorien postulierten Prozesse der Informationsverarbeitung (siehe Kapitel 2.3) empirisch zu fassen und darüber Aussagen über die Effektivität des Lernverhaltens zu treffen.

Unter Berücksichtigung der Umsetzungsmöglichkeiten eines emotionalen Text-Designs (vgl. Kapitel 6.3) durch die Verwendung von Wörtern mit hohem Emotionspotential in metaphorischen Einschüben, wurde auch unter Bezugnahme auf die *Dual Coding Theory* von Paivio (1986, Sadoski & Paivio, 2001) ein lernförderlicher Effekt sowohl für ein positives als auch negatives emotionales Text-Design postuliert. Weiter wurde angenommen, dass ein emotionales Text-Design der Valenz der Variation entsprechende Veränderungen in den emotionalen Zuständen der Lernenden bewirkt. Da einem emotionalen Bild-Design aufmerksamkeitslenkende Funktionen zugesprochen werden kann (vgl. Publikation I; Kapitel 7.1), wurde ein vergleichbarer Effekt für die Fixationsdauer auf Textpassagen postuliert; zudem sollen weniger Matching-Prozesse (*transitions*) zur Erfassung des Lerninhaltes nötig sein. Darüber hinaus wurde vermutet, dass tiefenverarbeitende Lernprozesse (*elaborating*) vermehrt angeregt während irrelevante kognitive Prozesse (*extraneous processing*) minimiert werden.

7.4.2 Methode

An der Studie nahmen $N = 51$ Studierende (62.70 % weiblich, Alter: $M = 25.06$, $SD = 3.65$) teil, welche randomisiert einer von drei Gruppen des einfaktoriellen experimentellen Designs mit dem Faktor Emotionales Text-Design (positiv [POS] vs. negativ [NEG] vs. natural = Kontrollgruppe [KG]) zugewiesen wurden. Als Lernmaterial wurde die gleiche multimediale Instruktion wie in Publikationen II und III in einem leicht veränderten visuellen Design mit nebeneinander angeordnetem Text und Bild (s. Abbildung 13) und angepasster (etwas verkürzter) aber ebenfalls konstanter Lernzeit verwendet. Während die Kontrollgruppe mit der Originaltextversion lernte, wurden für die positive und negative Bedingung jeweils variierte Textversionen mit kurzen metaphorischen Einschüben erstellt, welche Substantive mit hohem Emotionspotential enthielten. Diese Substantive wurden nach Kriterien des angegebenen Valenzwertes, der Anschaulichkeit und potentieller visueller Passung der *Berlin Affective Wordlist Revised* (BAWL-R, Vö et al., 2009) entnommen. In der positiven Bedingung kamen die Substantive Blüte und Blütenblätter, in der negativen Bedingung die Worte Geschwür und

Warze zum Einsatz, um einzelne Bestandteile des ATP-Synthase-Moleküls (Kopf und Untereinheiten) zu exemplifizieren.

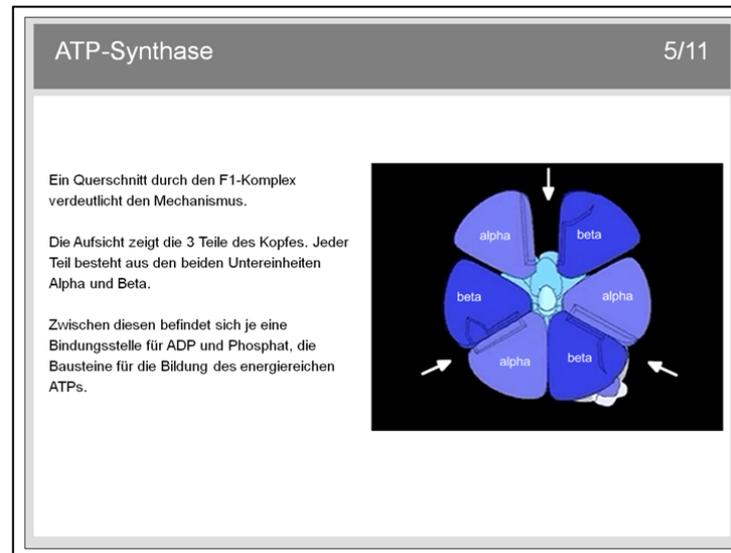


Abbildung 13. Screenshot aus dem Lernprogramm zur ATP-Synthase in der KG (Publikation IV; vgl. Knörzer, Brünken & Park, subm. b).

Zur Messung des Lernerfolgs wurde eine Kurzversion des in Publikationen II und III verwendeten Lernerfolgstests mit 13 Items verwendet. Erneut wurden die PANAVA-KS (Schallberger, 2005) zur Erfassung der Emotionen eingesetzt. Als Eyetracking-Maße wurden die Anzahl der Fixationswechsel von Text zu Bildinformation (*transitions*) sowie die Summe der Fixationsdauern auf Text- bzw. Bildinformation verwendet. Lernprozesse wurden mit der Methode des geleiteten retrospektiven Laut-Denkens erfasst und anhand eines Kategoriensystems mit den fünf Hauptkategorien *selecting*, *organizing*, *elaborating*, *metacognitive processes* und *extraneous processes* inhaltsanalytisch ausgewertet. Zudem wurde den Probanden in den beiden Experimentalgruppen die Interview gestellt, inwiefern die emotionalen Begriffe ihr Lernen beeinflusst hätten; die Antworten wurden qualitativ ausgewertet. Als Kontrollvariable wurde das Vorwissen der Probanden mit zwei Items erfasst.

Die Teilnehmer wurden in individuellen Sitzungen mit einer Dauer von 45-60 Minuten getestet. Nach der Baseline-Messung von Emotionen (PANAVA t1) und den Vorwissensfragen wurde den Probanden nach Kalibrierung des Eyetrackers das Lernprogramm in der entsprechenden Version (positiv, negativ oder original bzw. KG) präsentiert. Danach wurden der Manipulationscheck (PANAVA t2), der Lernerfolgstest sowie das geleitete retrospektive Laut-Denken durchgeführt und die Interviewfrage gestellt.

7.4.3 Ergebnisse

Es gab keine signifikanten Gruppenunterschiede in den Kontrollvariablen Vorwissen sowie den Skalen der Emotionsbaseline-Messung, alle $F_s < 1$. Im Lernerfolg führte ein höherer Lernerfolg in den Gruppen mit emotionalem Text-Design zu signifikanten Gruppenunterschieden, $F(2, 48) = 5.20$, $p = .009$, $\eta^2 = .178$. Ergebnisse der RM-ANOVAs (s. Tabelle 9) mit den Messwerten der Emotionsskalen vor und nach dem Lernen deuten auf ein Absinken positiver Aktivierungswerte (PA) während des Lernens hin. Keine signifikanten Effekte gab es bezüglich der Skala negative Aktivierung (NA). Die Valenzwerte (VA) änderten sich gruppenspezifisch während des Lernens: In der Kontrollgruppe, $t(16) = .68$, *n.s.*, sowie der Gruppe mit dem positiven Text-Design, $t(16) = .19$, *n.s.*, zeigten sich keine Veränderungen, die Gruppe mit dem negativen emotionalen Text-Design berichtete nach dem Lernen geringere Werte in dieser Skala, $t(16) = 2.56$, $p = .021$, $d = .503$.

Tabelle 9. Ergebnisse der RM-ANOVAs mit Werten der Skalen des PANAVA zu den beiden Messzeitpunkten (t1 und t2) als AVs und Text-Design sowie Messzeitpunkt als UVs.

Faktoren	Positive Aktivierung			Negative Aktivierung			Valenz		
	F	p	η^2	F	p	η^2	F	p	η^2
Text-Design	< 1			< 1			< 1		
t	16.65	< .001	.258	< 1			6.16	.017	.114
Text-Design * t	1.3	<i>n.s.</i>		1.29	<i>n.s.</i>		3.84	.028	.138

Anmerkung. t = Faktor der Messwiederholung

In der Anzahl der Blickwechsel von Text- zu Bildinformation (*transitions*), unterschieden sich die Gruppen signifikant, $F(2, 45) = 3.50$, $p = .039$, $\eta^2 = .135$, mit der geringsten Zahl an *transitions* in der Gruppe mit dem negativen emotionalen Text-Design. Eine ANOVA mit dem Zwischensubjektfaktor Text-Design und dem Innersubjektfaktor Präsentationsform (Text vs. Bild) zeigte, dass die Fixationsdauer auf Textinformation signifikant länger war als auf Bildinformation, $F(1, 45) = 465.24$, $p < .001$, $\eta^2 = .912$. Es gab in dieser Analyse weder einen Haupteffekt der Gruppenvariable noch einen Interaktionseffekt, $F_s < 1$.

Eine MANOVA mit den Anteilen der Kodierungen in den fünf Hauptkategorien (*selecting, organizing, elaborating, metacognitive processes* und *extraneous processes*) zur Analyse von Prozessen beim Lernen mit Multimedia zeigte einen signifikanten

Gruppenunterschied, $\Lambda = .48$, $F(10, 88) = 3.85$, $p < .001$, $\eta^2 = .304$. Univariate Analysen ergaben signifikante Unterschiede in Bezug auf Elaborationsprozesse, metakognitive Prozesse sowie irrelevante Prozesse (vgl. Tabelle 10; Abbildung 14).

Tabelle 10. Ergebnisse der univariaten Analysen inkl. Kontraste zwischen den Gruppen (UV) zu den Kodierungen in den fünf Hauptkategorien Selecting, Organizing, Elaborating, Metacognitive Processes und Extraneous Processes (AVs).

Variablen	$F(2, 48)$	p	η^2	Kontraste		
				POS–KG	NEG–KG	POS–NEG
				p	p	p
Selecting	< 1					
Organizing	1.26	<i>n.s.</i>				
Elaborating	6.48	.003	.213	.001	.039	<i>n.s.</i>
Metacognitive processes	11.77	< .001	.329	< .001	.001	<i>n.s.</i>
Extraneous processes	3.22	.049	.118	.034	.031	<i>n.s.</i>

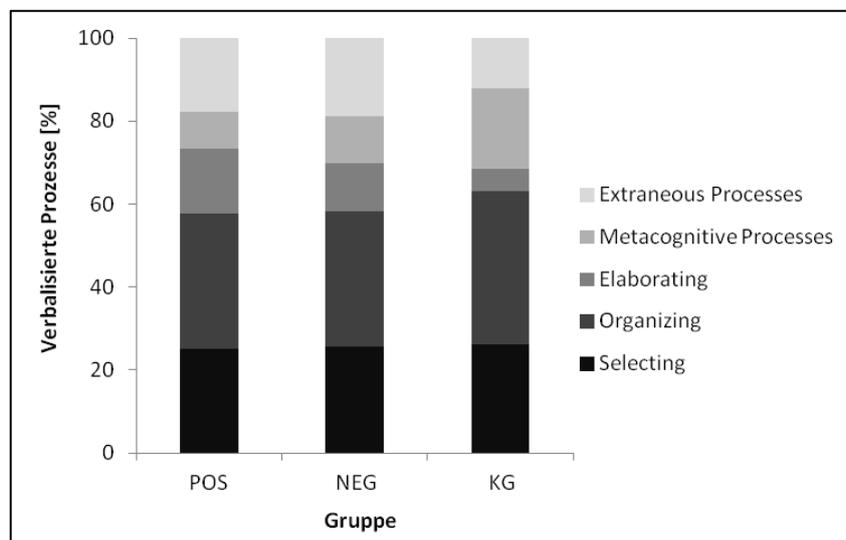


Abbildung 14. Ergebnisse zu kodierten verbalisierten Prozessen (vgl. Knörzer, Brünken & Park, *subm. b.*).

Qualitative Auswertungen der Antworten auf die Interviewfrage ließen erkennen, dass Probanden in der Gruppe mit dem positiven emotionalen Text-Design die verwendeten emotionalen Wörter als hilfreich und unterstützend im Lernprozess empfanden, da sie das mentale Visualisieren des ATP-Moleküls erleichterten (z.B. [Proband]55:[Abschnitt]20; 19:106; 18:95, 13:83; 04:138). Dennoch waren einige Probanden in dieser Gruppe der Meinung, dass beliebige andere Wörter den gleichen

Effekt hätten auslösen können (z.B. „eine Pizza mit sechs Stücken“, 42:75; 38:85). In der Gruppe mit negativem emotionalem Text-Design wurde die Verwendung der emotionalen Wörter teilweise als irritierend und ablenkend empfunden (40:88; 28:90; 43:72; 16:103). Einige Probanden bewerteten die emotionalen Wörter ebenfalls als hilfreich, um sich die ATP-Synthase vorzustellen (z.B. 06:93), wiesen jedoch auf die von ihnen empfundene visuelle Unähnlichkeit des Wortgehaltes und des entsprechend exemplifizierten Teiles der ATP-Synthase hin (31:85; 20:102; 28:91, 45:87). Zudem wurde in dieser Gruppe (im Gegensatz zur Gruppe mit dem positiven emotionalen Design) auch über den emotionalen Gehalt der Wörter spekuliert (02:112; 53:70; 40:89; 06:93), welcher möglicherweise auch Emotionen ausgelöst hatte (24:31; 02:114; 53:73, 10:87).

7.4.4 Zusammenfassung und Diskussion

Die Ergebnisse der Studie unterstützen die Erweiterung der *Emotional-Design-Hypothese* für Textelemente einer multimedialen Instruktion, welche in der positiven und negativen Version gleichermaßen einen lernförderlichen Effekt hatten. Dieser konnte in beiden Gruppen auf eine Anregung von Elaborationsprozessen und Minimierung von irrelevanten kognitiven Prozessen zurückgeführt werden. Die beiden Experimentalgruppen berichteten weniger metakognitive Prozesse während des Lernens, was möglicherweise einer zu groben Kategorisierung mit dem Kategoriensystem (z.B. Vermischung von positivem und negativem *Monitoring* in dieser Kategorie; vgl. Renkl, 1997) geschuldet war. Zudem waren in der Gruppe mit negativem emotionalem Text-Design weniger *transitions* erforderlich, allerdings beeinflusste das emotionale Text-Design womöglich wegen zu geringer Abweichung von der Kontrollbedingung nicht die Fixationsdauer auf Text- und Bildinformation. Der emotionale Zustand der Probanden veränderte sich während des Lernens nicht in Abhängigkeit von der Gruppenzugehörigkeit.

Bemerkenswert ist die Aufklärungskraft der Effekte mithilfe der Auswertungen der Interviewfrage zur Beeinflussung des Lernens durch die emotionalen Begriffe in den beiden Experimentalgruppen: Während das positive emotionale Text-Design insbesondere durch visuelle Passung der emotionalen Wörter zu den exemplifizierten Teilen der ATP-Synthase *structure mapping* Prozesse anregte (Gentner, 1983; Wolff & Gentner, 2011), führte das negative emotionale Text-Design im Sinne einer *desirable difficulty* (Song & Schwarz, 2009) zu vertieftem Nachdenken über die präsentierten Strukturen, da die Wörter nicht in visueller Entsprechung zum Gegenstand gesehen werden konnten.

Da sich in dieser Studie abermals (vgl. Publikation I) nur ein geringer Effekt auf Emotionen von Lernenden gezeigt hat, sollte aus theoretischer Perspektive hinterfragt werden, inwiefern ein emotionales Design auch zu emotionalen Veränderungen führen sollte, um als solches definiert werden zu können (siehe Kapitel 8.2). Zudem sollten diese Effekte auch unter Berücksichtigung stärkerer bzw. intensiverer emotionaler Text-Designs repliziert werden. Die Einbindung qualitativen Datenmaterials hat sich in dieser Studie als sehr hilfreich erwiesen; der Einsatz weiterer Mixed-Method-Designs im Bereich der Forschung zum Lernen mit Multimedia sollte erwogen werden.

8 Gesamtdiskussion und Ausblick

Ziel der Studien, auf denen diese Dissertation basiert, war die Generierung von Erkenntnissen zum Einfluss von Emotionen auf das Lernen mit Multimedia sowie die Untersuchung von Effekten einer emotionalen Gestaltung multimedialer Lernprogramme auf Emotionen und Lernprozesse. Ausgehend von der *affective mediation assumption* der CATLM (vgl. Kapitel 2.2; Moreno, 2006b) sowie ersten Studien zum emotionalen Bild-Design multimedialer Lernumgebungen (Um et al., 2012) werden in den vier Publikationen Studien vorgestellt, welche diese beiden unterschiedlichen Aspekte fokussieren. Zwei der Studien beschäftigten sich mit dem Einfluss von induzierten positiven und negativen Emotionen auf das Lernen mit Multimedia. Hierbei wurden zudem verschiedene potentielle erklärende Variablen (Publikation II) oder Lernercharakteristika (Publikation III) berücksichtigt. In den anderen beiden Studien (Publikationen I und IV) wurden Effekte einer emotionalen Text- oder Bildgestaltung multimedialer Lernprogramme untersucht.

Insgesamt unterstützen die gewonnen Erkenntnisse zunächst die Annahme der CATLM, dass Emotionen das Lernen mit Multimedia beeinflussen. Da die meisten empirischen Belege dieser Annahme bislang nicht aus dem Forschungsbereich zum Lernen mit Multimedia stammten, kommt den durchgeführten Studien in diesem Forschungskontext ein besonderer Stellenwert zu. Während die einzelnen Effekte in den jeweiligen Publikationen bereits umfassend diskutiert werden, werden im Folgenden die Befunde der Publikationen in Bezug auf die in der Einleitung formulierten Forschungsdesiderate (Kapitel 8.1) beleuchtet und in Bezug auf die übergeordneten Fragestellungen der Arbeit diskutiert (Kapitel 8.2). In Unterkapitel 8.3 werden theoretische, methodische und praktische Implikationen diskutiert. Die Synopse schließt mit einem Fazit und einem kurzen Ausblick (8.4).

8.1 Kritische Würdigung zentraler Befunde

Die durchgeführten Studien wurden ausgehend von mehreren Forschungsdesideraten (vgl. Kapitel 1) konzipiert, welche vorwiegend ausgehend von empirischen Befunden hergeleitet wurden. Die Desiderate bezogen sich auf (1) eine Replikation bisheriger Befunde zu Effekten von und auf Emotionen im Kontext des Lernens mit Multimedia, (2) die Einbeziehung negativer Emotionen in der Untersuchung von Effekten von und auf Emotionen im Bereich des Lernens mit Multimedia, die Untersuchung von (3) Wirkmechanismen sowie (4) dem potentiellen moderierenden Einfluss von

Lernercharakteristika bezüglich Emotionen und dem Lernen mit Multimedia. Weiter sollte die Übertragung von Befunden auf (5) ein emotionales Text-Design multimedialer Lernumgebungen geprüft werden und (6) bei der Analyse von Effekten des Lernens mit Multimedia eine stärkere Prozessperspektive eingenommen werden.

Eine Replikation lernförderlicher Effekte positiver Emotionen auf das Lernen mit Multimedia gelang nur zum Teil. Bei Anwendung desselben Lernprogramms zum Thema „Immunisierung“ wie in den Vorgängerstudien (Plass et al., 2014; Um et al., 2012) konnten die Effekte repliziert werden (Publikation I). In Publikation II wurden sowohl eine andere Emotionsinduktionsmethode (Musik in Kombination mit autobiographischem Erinnern) als auch ein anderes Lernmaterial (Thema ATP-Synthase) verwendet. Hier gelang die Replikation nicht; es wurde vielmehr ein lernhinderlicher Effekt positiver Emotionen festgestellt. Der lernförderliche Effekt negativer Emotionen (Publikation II) widerspricht zudem Befunden zum Lernen mit Multimedia von Liew und Tan (2016) sowie weiteren Befunden mit anderen Lernsettings (z.B. Pekrun et al., 2002).

Gefordert wurde außerdem eine Berücksichtigung negativer Emotionen in diesem Forschungsbereich. Dieser Forderung wurde in Bezug auf die Untersuchung experimentell induzierter negativer emotionaler Zustände vor dem Lernen nachgekommen (Publikationen II und III). Zudem wurde bei der Untersuchung eines emotionalen Text-Designs (Publikation IV) auch eine negativ emotionale Version erstellt. Dieses Forschungsdesiderat wurde schließlich im Rahmen der dieser Arbeit zugrundeliegenden Publikationen angesprochen, wenngleich Folgestudien weiter Effekte negativer Emotionen berücksichtigen sollten.

In der Studie zu Publikation II stand die Untersuchung potentieller Mechanismen zur Erklärung von Effekten von Emotionen auf das Lernen mit Multimedia im Mittelpunkt. Auf der Basis theoretischer Überlegungen sowie vorliegender empirischer Befunde zum Einfluss von Emotionen auf kognitive Prozesse wurden vier Erklärungsansätze postuliert und in einem experimentellen Vorgehen varianzanalytisch untersucht. Während die Annahmen, dass Emotionen eine Art *extraneous cognitive load* darstellen oder lernförderliche motivationale Tendenzen fördern, nicht bestätigt wurden, konnten der lernförderliche Effekt negativer Emotionen sowie der lernhinderliche Effekt positiver Emotionen durch die Annahme unterschiedlicher Verarbeitungsstile sowie aufmerksamkeitsfokussierende bzw. –ablenkende Funktionen hinreichend erklärt werden.

Lernercharakteristika als potentielle Moderatoren des Einflusses von Emotionen auf das Lernen mit Multimedia wurden in Publikation III untersucht. Die Variablen Arbeitsgedächtniskapazität und Vorwissen als Repräsentanten kognitiver Ressourcen prädizierten den Lernerfolg, erwiesen sich allerdings nicht als Moderatoren des Einflusses von Emotionen auf das Lernen mit Multimedia. Diese Befunde bestätigen das Ergebnis aus Publikation II, dass kognitive Belastung und damit auch kognitive Ressourcen Effekte von Emotionen auf Lernergebnisse nicht erklären können. Als weitere Lernercharakteristika wurden die Persönlichkeitsfaktoren Neurotizismus und Offenheit für Erfahrung untersucht. Während Offenheit für Erfahrung nicht mit Emotionen interagierte, verstärkte eine hohe Ausprägung von Neurotizismus den Einfluss von Emotionen auf das Lernen mit Multimedia. Insgesamt blieb der emotionale Zustand der Lernenden ein bedeutsamer Prädiktor des Lernerfolgs auch unter Berücksichtigung der Lernercharakteristika, was einmal mehr auf die in jedem Fall zu berücksichtigende, entscheidende Rolle von Emotionen auf Lernprozesse hindeutet.

Im Rahmen von der in Publikation IV dargestellten Studie wird die *Emotional-Design*-Hypothese erfolgreich auf Effekte einer positiven und negativen Textgestaltung übertragen. Diese führten hypothesenkonform zu einem höheren Lernerfolg sowie mehr Elaborations- und weniger irrelevanten Prozessen beim Lernen. Allerdings beeinflusste lediglich das *negative* emotionale Text-Design den emotionalen Zustand von Lernenden. Anzumerken ist, dass die Lernenden im Interview zur Wirksamkeit des emotionalen Text-Designs eher auf kognitive Mechanismen verweisen statt auf emotionale Effekte (s.u.; Kapitel 8.2.3).

Diese Erkenntnisse konnten insbesondere durch Umsetzung einer dezidierten Prozessperspektive gewonnen werden. Im Rahmen von Publikation IV kamen sowohl Eyetracking-Maße als auch die Methode des geleiteten retrospektiven Laut-Denkens zum Einsatz. Zusätzlich wurde eine Interviewfrage zum Lernprozess gestellt, deren Auswertung die Herausarbeitung subjektiver Erklärungen für die Effekte des emotionalen Text-Designs ermöglichte. Durch Auswertung der Laut-Denk-Protokolle wurde mithilfe eines Kategoriensystems, welches auf theoretisch postulierten Prozessen beim Lernen mit Multimedia aufbaute, ein erster empirischer Hinweis auf die Existenz deutlich unterscheidbarer Prozesse geliefert. Zudem weisen die Auswertungen auf die Wichtigkeit metakognitiver Prozesse bzw. Aspekte selbstregulierten Lernens hin, welche in der CATLM ebenfalls thematisiert werden (siehe hier auch theoretische Implikationen; Kapitel 8.3.1).

8.2 Zum Verhältnis von Emotionen, emotionalem Design und Lernen mit Multimedia

Im Folgenden werden die Ergebnisse der in den Publikationen beschriebenen Studien weiter in Bezug auf die übergeordneten Fragestellungen der Arbeit diskutiert. Zunächst werden die inkonsistenten Befunde in Bezug auf Effekte induzierter positiver und negativer Emotionen auf das Lernen mit Multimedia beleuchtet (8.2.1) und Überlegungen zur Interaktion von Emotionen und emotionalem Design (8.2.2) angestellt. Zuletzt erfolgt eine genauere Diskussion der Effekte, die durch ein emotionales Bild- oder Text-Design ausgelöst wurden, und es wird die damit zusammenhängende Frage behandelt, inwieweit ein emotionales Design Emotionen auslösen sollte, um als solches identifiziert zu werden (8.2.3).

8.2.1 Inkonsistente Befunde zu Effekten von Emotionen auf das Lernen mit Multimedia

Die zum Teil inkonsistenten Befunde in Bezug auf Effekte von Emotionen auf das Lernen mit Multimedia können durch Unterschiede in der Stichprobenrekrutierung, der Schwierigkeit des Lerngegenstandes sowie der Modalität des Lernprogrammes zustande gekommen sein (vgl. 7.2.4). In der Diskussion von Publikation II wurde außerdem in Bezug auf das Gesetz von Yerkes und Dodson (1908) argumentiert, dass die induzierten positiven Emotionen ein sehr hohes Maß an Aktivierung aufwiesen und so lernhinderliche Effekte produzierten. Deshalb sollte die Intensität erlebter Emotionen in zukünftigen Studien berücksichtigt werden.

Wie in Publikation III gezeigt werden konnte, ist der Einfluss von Emotionen zudem abhängig von verschiedenen Lernercharakteristika, welche emotionale Einflüsse verstärken oder abschwächen können. Diese Befunde legen nahe, die inkonsistenten Ergebnisse in Bezug auf solche Traits hin zu vergleichen bzw. zu reanalysieren. Bei den in Publikation I berichteten lernförderlichen Effekten von positiven Emotionen auf Lernerfolgsmaße wurden sowohl das Vorwissen als auch die Arbeitsgedächtniskapazität von Lernenden wegen großer interindividueller Unterschiede und signifikanter Korrelationen dieser Variablen mit den abhängigen Maßen als Kovariaten berücksichtigt. Es bleibt aber offen, ob sich der Effekt von induzierten positiven Emotionen auf Lernerfolgsmaße auch dann gezeigt hätte, wenn diese Lernercharakteristika nicht mit in die Analyse einbezogen werden. Dies deutet auf eine mögliche Konfundierung von Wirkungen induzierter positiver Emotionen mit Arbeitsgedächtnis- bzw. Vorwissenseffekten hin. Hier sind weitere Studien zur empirischen Absicherung dieser Annahme nötig. Des Weiteren

könnte eine Interpretation auf der Grundlage einer potentiellen Interaktion von emotionalem Zustand und Lernprogrammdesign für die unterschiedlichen Effekte verantwortlich sein (s. 8.2.2).

8.2.2 Interaktion von Emotionen und emotionalem Design

Ergebnisse aus Publikation I legen eine Interaktion von emotionalem Zustand und emotionalem Design nahe, da jeweils die Gruppen mit positiver externaler Emotionsinduktion, welche mit der positiv emotionalen Bild-Version der multimedialen Instruktion lernte, die höchsten Werte in Bezug auf Lernerfolgsmaße und mit diesen in Verbindung stehende Variablen aufwiesen. In Publikation II wurde das Design des Lernprogramms zwar nicht variiert, dennoch kann dieses die Wirkung von Emotionen beeinflusst haben. Dafür sprechen Befunde in den Motivationsmaßen, welche unabhängig von der Art der induzierten Emotion einen Rückgang intrinsischer Motivation anzeigten. Bezeichnet man somit das Design des in Publikationen II und III verwendeten multimedialen Lernprogramms zur ATP-Synthase daran anschließend als nicht motivierend (vgl. Mayer, 2014a, Kapitel 6.1), kann es in der Terminologie des *Emotional-Design*-Ansatzes als neutral oder sogar negativ (durch die Farbwahl in den Abbildungen) beschrieben werden. Hierfür sprechen auch Befunde aus Publikation IV, wo gezeigt wurde, dass sich durch die Originalversion des Lernprogramms (KG) der emotionale Zustand von Lernenden ebenfalls bezüglich der Valenz verschlechterte.

Daraus würde in Bezug auf die Interpretation der Daten aus Publikation II zu negativen Emotionen folgen, dass in negativem emotionalem Zustand der lernförderliche Effekt durch das *mood-congruency*-Prinzip (vgl. Kapitel 4.1) erklärt werden kann, da emotionalem Zustand und Design des Lernprogramms ähnliche Valenzeigenschaften zugeschrieben werden können. In einem positiven emotionalen Zustand (Publikation II) mit einem Lernprogramm konfrontiert zu werden, welches keine motivierenden oder positiv emotionalen Eigenschaften aufweist, kann vor dem Hintergrund einer Interaktionsannahme von emotionalem Zustand und Designfaktoren eine Art Reaktanz auslösen, welche in einem lernhinderlichen Effekt positiver Emotionen resultiert. Diese Reaktion kann auch mithilfe des *mood-maintenance*-Prinzips (Bless & Fiedler, 2006) erklärt werden, nach welchem Personen einen positiven erlebten emotionalen Zustand beibehalten möchten (vgl. Kapitel 4.1). Wird dieser durch einen als negativ eingestuften Reiz (hier das Lernprogramm zur ATP-Synthase) gefährdet, können unterschiedliche Abwehrmechanismen greifen. Im Fall dieser Studie könnte hieraus ein weniger

fokussiertes Lernen bzw. ein oberflächlicher Verarbeitungsstil (Bodenhausen, 1993) hervorgerufen worden sein. Wie die Daten aus Publikation IV zeigen, kann diese Eigenschaft des multimedialen Lernprogramms durch ein positives Text-Design kompensiert werden. Insgesamt legen die Befunde der vier Studien eine Interaktionsannahme zwischen emotionalem Design und emotionalem Zustand von Lernenden nahe.

Dieser Annahme widerspricht allerdings, dass durch die absichtliche emotionale Gestaltung nicht die angenommenen Emotionen hervorgerufen wurden bzw. der emotionale Zustand nicht in die angenommene Richtung verändert wurde (Publikationen I und IV; außer negative Gruppe in Publikation IV). Auch deshalb ist der Zusammenhang von emotionalem Design und emotionalem Zustand als notwendige Bedingung eines emotionalen instruktionalen Designs zu überdenken. Hierzu ist zunächst eine Diskussion der tatsächlichen Wirkungsweisen emotionaler Text- und Bildgestaltung notwendig.

8.2.3 Wirkungsweisen von emotionalem Text- und Bild-Design

In den bisherigen Studien zum Emotional Design wurden nur geringe oder keine Effekte von emotionalem Design auf den emotionalen Zustand von Lernenden nachgewiesen. Bei der Lektüre der Studien, die kleine Effekte zeigen, entsteht zudem der Eindruck, dass diese nur bei Anwendung spezifischer statistischer Prozeduren nachgewiesen werden können.

Eine mögliche emotionsinduzierende Wirkung von Text- oder Bildelemente kann unter Bezugnahme auf Spezifika externaler Emotionsinduktionsmethoden (vgl. Kapitel 5) erklärt werden (Sokolowski, 2008). Hier wird einer Emotionsinduktion über Texte oder (statische) Bilder als situationale Reize nur eine geringe Wirksamkeit eingeräumt (vgl. Sokolowski, 2008). Diese Reize können lediglich über deren *Bewertung* (vgl. Emotionsdefinition von Scherer, 1990; Kapitel 3.2) eine Emotion auslösen. Hierzu müssen diese affektiven Reize laut Definition allerdings als bedeutsam bzw. relevant eingestuft werden, um Emotionen auslösen zu können, welche insbesondere die kognitive Komponente beeinflussen (Schwarz, 1990). In Bezug auf das Lernmaterial heißt das, dass der Inhalt als relevant bzw. wertvoll im Sinne eines hohen zugeschriebenen Aufgabenwertes (Eccles & Wigfield, 2002) eingeschätzt wird. Diese Dimensionen sind natürlich nicht unabhängig von der Wahl der Probanden, was in diesem Forschungskontext insgesamt die Frage nach „geeigneten“ Stichproben virulent macht. Neben dem Aspekt der (fehlenden) Relevanz des Lernmaterials, welche sich möglicherweise durch die nicht

stattfindende Emotionsinduktion zeigt, sind die Effekte der emotionalen Designs auf *kognitive* statt *affektive* Prozesse zu beachten.

Diese unterscheiden sich in ihren Wirkungsweisen zwischen emotionalem Text- und Bild-Design. Während ein emotionales Bild-Design auf der Ebene der Informationsaufnahme durch einen aufmerksamkeitslenkenden Effekt (Publikation I) wirkte, konnte dieser bei einer emotionalen Text-Gestaltung nicht nachgewiesen werden (Publikation IV). Die in Publikation IV eingebundenen qualitativen Daten ließen erkennen, dass das als emotional bezeichnete Text-Design eher Prozesse auf kognitiver Verarbeitungsebene (statt auf Aufmerksamkeitsebene) beeinflusste. Diese kognitiven Mechanismen emotionaler instruktionaler Designs beschränken sich – in der Terminologie des Prozessmodells des Lernens mit Multimedia (vgl. Kapitel 2.3) – bei der Wirkung von emotionalen Bild-Elementen auf Prozesse der Aufmerksamkeitslenkung und Informationsauswahl (*Selecting*). Emotionale Text-Elemente wirken auf mentale Prozesse wie das Erstellen eines verbalen und non-verbalen Modells (durch *Dual-Coding*; Sadoski & Paivio, 2001) und erleichtern die Integration der beiden Modelle und damit das Kreieren einer mentalen Repräsentation der Lerninhalte (*organizing* und *integrating/elaborating*). Diese unterschiedlichen kognitiven Wirkungsweisen sind empirisch weiter zu prüfen. Zu berücksichtigen sind auch auf unterschiedliche Weise umgesetzte emotionale Text- und Bild-Designs sowie eine Kombination von emotionalem Text- mit emotionalem Bild-Design. Hier sind zwei weitere Aspekte zu berücksichtigen: (1) Eine Variation des Faktors Farbe kann nicht in gleicher Weise wie der Faktor Form, wie er in Publikation I umgesetzt wurde, zu einem aufmerksamkeitslenkenden (vgl. auch *signaling*; van Gog, 2014) sondern eher einem aufmerksamkeitsbindenden Effekt beitragen, sofern das gesamte Farbdesign der multimedialen Lernumgebung variiert wird (siehe auch Studien zum *Color Coding*, z.B. Ozcelik, Karakus, Kursun & Cagiltay, 2009). (2) Eine Anthropomorphisierung einzelner Bildelemente (Publikation I) sowie eine emotionale Textgestaltung (Publikation IV) sind nicht in Bezug auf alle Themen umzusetzen, sodass auch Grenzen emotionaler Designs beachtet werden müssen. In Bezug auf die Gestaltung emotionaler Text-Designs sei zudem darauf hingewiesen, dass viele Wörter ihr emotionales Potential erst auf semantischer Ebene entfalten (Schwarz-Friesel, 2013). Somit wären umfassendere emotionale Text-Designs nötig, welche allerdings nur durch weitere Änderung semantischer Strukturen möglich wären, was wiederum die Vergleichbarkeit unterschiedlicher experimenteller Bedingungen erschwert. Zudem würden diese Änderungen oftmals die beschriebenen Inhalte emotional bewertend (Schwarz-Friesel,

2013) ausdrücken, was unter Berücksichtigung einer objektiven Perspektive auf Lerninhalte die Umsetzung deutlich verkompliziert.

Allgemein ist zu hinterfragen, in welcher Beziehung ein emotionales Design und Emotionen stehen sollten. Während es naheliegend erscheint, einen Effekt des emotionalen Designs auf den emotionalen Zustand von Lernenden als Manipulationscheck zu interpretieren, schlossen Mayer und Estrella (2014) diese Bedingung nicht in ihre *Emotional-Design-Hypothese* ein. Wie bereits erwähnt, sind die Effekte emotionaler Designs auf Emotionen sehr klein oder gar nicht vorhanden. Diese fehlenden Effekte sind abgesehen von der angesprochenen mangelnden Relevanz des Lerngegenstandes auf zu schwache Umsetzung emotionaler Designs zurückzuführen. Möglich ist auch, dass Lernen als ein sehr komplexer Prozess der Informationsverarbeitung selbst derart emotionsinduzierend ist, sodass Effekte emotionaler Designinhalte verpuffen bzw. durch Effekte von Lernprozessen auf Emotionen überlagert werden. Diese Fragen können durch entsprechende systematische empirische Untersuchungen beantwortet werden. So sollten stärkere emotionale Text- und Bild-Designs und auch Kombinationen von Text- und Bilddesigns bezüglich ihrer Effekte auf Emotionen von Lernenden sowie auf Lernerfolgsmaße untersucht werden. Außerdem sollten lernbezogene Emotionen (Pekrun, 2006) in Untersuchungen mit einbezogen werden. Lernbezogene Emotionen entstehen gemäß Kontroll-Wert-Theorie (Pekrun, 2006) insbesondere ausgehend von der subjektiven Kontrolle sowie vom subjektiven Wert in einer Lern- bzw. Leistungssituation. Inwiefern insbesondere diese Variablen durch emotionale Designs beeinflusst werden, bleibt durch Wahl geeigneter Vergleichsgruppen (bzw. instruktionaler Designs) zu prüfen. Ebenfalls offen ist, inwiefern von einer Reziprozität von bestehenden Emotionen mit emotionalen Designs auszugehen ist (vgl. Forschungsdesiderate in Kapitel 8.4).

Weiter zu bedenken bleibt, dass wie zuvor diskutiert kognitive Erklärungsansätze (sei es die Aufmerksamkeits- oder Verarbeitungsebene) besser geeignet scheinen, Wirkungsweisen des emotionalen Designs zu erklären als Effekte auf affektive Variablen. Deshalb stellt sich die Frage, inwieweit die vorliegenden Studien (Publikationen I und IV) als Studien zum emotionalen Design identifiziert werden können, wenn das vermeintlich emotionale Design die Emotionen von Lernenden nicht (oder kaum) beeinflusst. Im Sinne der Definition des emotionalen Designs als eine Form des *Instructional Design* sollten die Variationen der Lernprogramme insbesondere *lernförderliche* Effekte bewirken; Effekte auf Emotionen sind jedoch nicht zwingend. Da die Begründung der emotionalen Gestaltungsmerkmale wie in 6.1 beschrieben ausgehend von genuin *emotionstheoretischen*

Überlegungen erfolgte, ist es berechtigt, in diesen Studien von einem emotionalen Design der Lernprogramme zu sprechen. Entsprechend sollten Effekte auf Emotionen auch nicht als Manipulationschecks behandelt werden (Publikation I), stattdessen sind sie in der Zusammenschau mit Effekten auf weitere abhängige Variablen zu interpretieren (Publikation IV).

8.3 Theoretische, methodische und praktische Implikationen

In diesem Unterkapitel werden Implikationen aus den Studien, auf denen diese Dissertation basiert, abgeleitet. Diese beziehen sich auf theoretische Aspekte in Bezug auf die zugrundeliegenden theoretischen Modelle (CATLM und CTML) sowie die darin postulierten Annahmen über Prozesse beim Lernen mit Multimedia (Kapitel 8.3.1). Methodische Implikationen werden unter Bezugnahme auf angewendete Analyseverfahren sowie Methoden zur Erfassung kognitiver Prozesse beleuchtet (Kapitel 8.3.2) bevor Implikationen für die Praxis aus den Ergebnissen der Studien abgeleitet werden (Kapitel 8.3.3).

8.3.1 Theoretische Implikationen

Ausgehend von den in den Studien gewonnenen Erkenntnissen können einige zur Theoriebildung beitragende Aspekte benannt werden, welche sich auf das zugrundeliegende theoretische Rahmenmodell CATLM (Moreno, 2006b; Kapitel 2.2) bzw. den immer noch präsenten Vorläufer CTML (Mayer, 2014a) beziehen. Es werden einige Aspekte angesprochen, welche in Theorien zum Lernen mit Multimedia bisher nicht ausreichend oder exakt genug berücksichtigt werden. Diese Implikationen ergeben sich unter anderem ausgehend von der diskutierten Differenzierung von Aufmerksamkeits-effekten beim Lernen mit Multimedia (z.B. Publikation I) sowie Effekten, welche sich auf die Verarbeitung der aufgenommenen Information im Arbeitsgedächtnis (z.B. Publikation IV) beziehen (vgl. Kapitel 8.2.3).

In den Publikationen von Mayer (z.B. 2008, 2014c) wird großer Wert auf die Unterscheidung von Modus (verbal vs. non-verbal) und Modalität (visuell vs. auditiv) gelegt, dennoch wird diese Differenzierung in der weiteren Darstellung der Theorie nicht hinreichend exakt durchgehalten. So wird in Bezug auf das instruktionale Medium (z.B. Lernprogramm) im Modell selbst, sei es CATLM oder CTML, nicht zwischen diesen Aspekten differenziert, sondern lediglich der Präsentationsmodus angesprochen. Bezogen auf die kognitive Verarbeitung der Lernenden wird nicht genau geklärt, wie der nach

Modalität klassifizierte sensorische Input in ein verbales bzw. non-verbales Modell (Modusklassifizierung) umgewandelt wird. Hier scheinen sich Baddeleys Theorie zum Arbeitsgedächtnis (Baddeley, 1986) und Paivios (1986) *Dual Coding Theory* eher zu überlagern als zu ergänzen. Irreführend hierbei ist auch die dargestellte Querverbindung zwischen auditiver und visueller Verarbeitung im Arbeitsgedächtnis. Dieses Stadium der modalitätsspezifischen Verarbeitung bezieht sich auf das Arbeitsgedächtnismodell von Baddeley, die Querverbindungen allerdings auf die *Dual Coding Theory* von Paivio. Korrekt wären die Querverbindungen zwischen verbaler und non-verbaler Verarbeitung, welche in der CTML nicht dargestellt wird. Eine Klärung dieser Zusammenhänge ist notwendig, um die auf Theorieebene Aufmerksamkeitseffekte (Modalitätsebene; Publikation I) und Verarbeitungseffekte (Modusebene; Publikation IV) widerspruchsfrei erklären zu können. Sollte die Theorie zum Lernen mit Multimedia an dieser Stelle überarbeitet werden, wäre eine Berücksichtigung alternativer Arbeitsgedächtnistheorien (z.B. *Attentional Control Model*; Engle, 2002; *Embedded-Process Model*; Cowan, 1999) zu bedenken, in welchen gerade das Aufmerksamkeitskonstrukt stärker berücksichtigt wird (vgl. Fenesi, Sana, Kim & Shore, 2014; Schewpe & Rummer, 2014).

Die in der CTML und CATLM angesprochenen Prozesse beim Lernen mit Multimedia (*selecting, organizing, integrating*; Mayer, 2014c) wurden im Rahmen von Publikation IV erstmals empirisch untersucht. Zieht man die Ergebnisse der inhaltsanalytischen Auswertungen heran, zeigt sich, dass die in der CATLM angesprochenen metakognitiven Prozesse einen großen Stellenwert einnehmen (vgl. *metacognitive mediation assumption*). Die Ergebnisse legen nahe, dass diese Prozesse in enger wechselseitiger Beziehung mit den Prozessen der Informationsauswahl, -organisation und -elaboration stehen. Insofern wäre zu überlegen, metakognitive Prozesse auch als entscheidenden Prozess des Lernens mit Multimedia zu integrieren und nicht nur als Zusatzannahme zu formulieren (vgl. auch Knörzer et al., subm. a). Dabei sollten auch aktuelle Theorien zum selbstregulierten Lernen herangezogen werden (z.B. Zimmermann, 2008), um diese Prozesse klarer zu konzeptualisieren und die Anschlussfähigkeit an diese Forschungsperspektive zu ermöglichen.

Ein weiterer Aspekt betrifft die Ausarbeitung der *affective mediation assumption*, welche durch die Ergebnisse der durchgeführten Studien unterstützt wird. Im bisherigen Modell CATLM wird die Reziprozität der Wirkungen von Emotionen und Lernen mit Multimedia nicht explizit thematisiert. Andere Modelle wie das ICALM (*Integrated Cognitive Affective Model of Learning with Multimedia*; Plass & Kaplan, 2015) versuchen

diese Verbindung darzustellen. Die theoretische Rahmung des Emotionskonstruktes im ICALM weist jedoch einige Schwächen auf. Zudem werden andere in der CATLM postulierte Annahmen vernachlässigt (z.B. *individual differences assumption*).

8.3.2 Methodische Implikationen

Die bisherige methodische Ausrichtung der Forschung zum Lernen mit Multimedia ist stark vom experimentellen Forschungsparadigma der kognitiven Psychologie geprägt. „Saubere“ experimentelle Designs und Sicherstellung der internen Validität stehen hier an vorderster Stelle; Aspekte, welche die externe bzw. ökologische Validität betreffen, werden zumeist außer Acht gelassen. In der jüngeren Zeit werden zudem regressionsanalytische Herangehensweisen mit latenter Modellierung integriert (z.B. Song, Kalet & Plass, 2015), die größere Stichproben erforderlich machen. Diese sind oftmals aber schwer zu realisieren zudem gleichzeitig Forderungen laut werden, vermehrt eine Prozessperspektive (vgl. Publikation I) auf das Lernen mit Multimedia einzunehmen, welche individuelle Settings nötig machen. Im Rahmen der Studien der vorliegenden Dissertation wurde weniger die derzeit populäre Perspektive „größere Stichproben erbringen belastbarere Ergebnisse“, sondern eine experimentelle Perspektive eingenommen. Diese wurde auch in statistischen Prozeduren durchgehalten. So wurde die Frage nach Wirkmechanismen von Emotionen auf das Lernen mit Multimedia im experimentellen Setting mit varianzanalytischen Auswertungen angegangen. Regressionsanalytische Herangehensweisen (z.B. Mediatoranalysen) könnten zur weiteren Absicherung der Befunde beitragen.

Die Moderationsanalysen in Publikation III sind aufgrund der Stichprobengröße durchaus kritisch zu sehen sowie ein explorativer Vorstoß und als Anregung, der Komplexität des Forschungsgegenstandes angemessene statistische Verfahren anzuwenden, welche dennoch nicht die für latente Modellierung notwendigen Stichprobengrößen erforderlich machen. Die Integration kognitionspsychologischer und differentiell psychologischer Ansätze sollte auch in zukünftigen Studien berücksichtigt werden. So ermöglicht insbesondere eine Verbindung der in Publikationen II und III dargestellten Ergebnisse ein umfassendes Bild der erhobenen Daten. Eine Kombination von Moderations- und Mediationsanalysen wäre hier wünschenswert (vgl. Leutner, 2014), aber aufgrund der Stichprobengröße statistisch voraussetzungsvoll.

Ebenfalls für weitere Studien interessant ist die Einbindung qualitativen Datenmaterials (vgl. Publikation IV). Bei der Erstellung von Fragebogen und Tests ist es

mittlerweile gängige Praxis die Items durch Laut-Denk-Prozeduren bzw. Cognitive Labs zu erproben und kognitive Prozesse der Aufgabenbearbeitung zu erfassen. Diese Praxis ist auch in der Usability-Forschung durchaus üblich, um Gestaltungsmerkmale von Interfaces zu evaluieren. Erstaunlich ist, wie wenig eine solche Perspektive bisher in der Forschung zum Lernen mit Multimedia umgesetzt wurde. Qualitative Daten eröffnen Einblicke in sonst schwer oder nur implizit erfassbare kognitive Prozesse beim Lernen. So wurden die als Prozesse des Lernens mit Multimedia definierten Aktivitäten (selecting, organizing etc.) erstmals in Publikation IV dieser Dissertation beleuchtet und beruhen zuvor lediglich auf theoretischen Annahmen. Auch Eyetracking-Methoden können in Bezug auf kognitive Prozesse als implizites Maß verstanden werden, da sich deren Interpretation nur auf die Annahmen beziehen, dass während der Fixation Verarbeitungsprozesse stattfänden (*Eye-Mind-Hypothese*; Just & Carpenter, 1980; Rayner, 1998) und dass längere Fixationsdauern auch tiefere Verarbeitung bedeuteten. Diese Hypothese wird jedoch viel diskutiert und hinterfragt, zumal die Augenscheinvalidität dadurch eingeschränkt ist, dass eine lange Fixation durch „Löcher in die Luft starren“, so fälschlicherweise als tiefe kognitive Verarbeitung fehlinterpretiert werden kann. Eine Absicherung dieser Art von Befunden durch qualitative Daten ist trotz ressourcenaufwändiger Umsetzung empfehlenswert, um die interessierenden kognitiven Prozesse beim Lernen mit Multimedia entsprechend modellieren zu können (vgl. auch Renkl, 2012). Durch diese Modellierung kognitiver Prozesse können bisherige Befunde zum Lernen mit Multimedia und Designprinzipien auf der Grundlage eines Prozessmodells reinterpretiert und abgesichert werden.

Auf Probleme der inhaltlichen Relevanz des Lerngegenstandes und damit zusammenhängende Fragen der Stichprobenrekrutierung wurden oben bereits eingegangen. Da diese Probleme nicht nur die externe bzw. ökologische, sondern auch genuin die interne Validität der Studien in diesem Forschungskontext betreffen, sollten ihnen in der zukünftigen Forschung gerade im Kontext experimenteller Designs mehr Aufmerksamkeit gewidmet werden.

8.3.3 Praktische Implikationen

Wie oben bereits festgestellt, beanspruchen die den Publikationen zugrundeliegenden Studien vor allem *theoretische* Relevanz. Dennoch kommt den Ergebnissen der Studien auch eine gewisse Bedeutung für die pädagogische Praxis zu. Zieht man alltagspsychologische Theorien über den untersuchten Gegenstand in Betracht, verweisen die Ergebnisse der durchgeführten Studien auf Einschränkungen bzw. notwendige

Differenzierungen und stellen empirische Grundlagen für eine evidenzbasierte pädagogische Praxis bereit (Slavin, 2002).

Insbesondere zur Förderung der Lernmotivation werden in der (z.B. schulischen) Bildungspraxis anthropomorphe Formen (z.B. Smileys) eingesetzt. Deren Auswirkung und Nutzen waren bisher nicht empirisch abgesichert. Die Befunde aus Publikation I sprechen für einen Einsatz insbesondere expressiver anthropomorpher Gestaltungselemente für relevante Informationseinheiten in multimedialen Lernmaterialien, da ihnen ein aufmerksamkeitslenkende Funktion zugesprochen werden kann. Der Einsatz von Anthropomorphismen als dekorative Elemente bzw. Gestaltungsmerkmale irrelevanter Informationseinheiten ist aufgrund der festgestellten Aufmerksamkeitslenkung kritisch zu hinterfragen.

Ergebnisse aus Publikation IV können insbesondere unter Berücksichtigung der qualitativen Datenbasis im Sinne eines Plädoyers für die Anwendung geeigneter „Eselsbrücken“ in Lehr-Lernsituationen interpretiert werden und bilden so eine empirische Basis, auf welcher deren Einsatz gerechtfertigt werden kann. Emotionale Begriffe können unabhängig von ihrer Valenz in metaphorischen Einschüben (emotionales Text-Design) tiefenorientierte Verarbeitungsprozesse fördern und so zu verbessertem Lernerfolg beitragen. Zu berücksichtigen sind allerdings potentielle Einflüsse emotionaler Begriffe auf den emotionalen Zustand von Lernenden und dessen Wirkung auf Lernprozesse.

Auch wenn sich Praktiker bewusst sind, dass Emotionen von Lernenden Lernprozesse und Lernergebnisse beeinflussen, wird im alltagspsychologischen Verständnis zumeist von lernförderlichen Effekten positiver und lernhinderlichen Effekten negativer Emotionen ausgegangen. Dieser Effekt wurde in einigen Studien auch nachgewiesen (z.B. Pekrun et al., 2002). Die Ergebnisse der durchgeführten Studien (insb. Publikationen II und III) verweisen allerdings darauf, dass intensive positive Emotionen auch einen *lernhinderlichen* Effekt haben können, da sie vom Lerngegenstand ablenken. Dieser Effekt kann insbesondere dann auftreten, wenn die Lernmaterialien in nicht motivierender Weise gestaltet sind oder dargeboten werden.

Weiter verweisen die Ergebnisse der Studien auf die Bedeutsamkeit von unterschiedlichen Lernendenmerkmalen. Nicht nur kognitive Ressourcen sondern auch Persönlichkeitsfaktoren sollten in pädagogischen Kontexten immer mit berücksichtigt werden, da sie das Lernen mit Multimedia beeinflussen können. Allerdings fehlen bisher

gerade in Bezug auf Persönlichkeitsmerkmale belastbare Befunde, um spezifische Empfehlungen für die Praxis ableiten zu können.

8.4 Fazit und Ausblick

Insgesamt wurde durch die dieser Dissertation zugrundeliegenden Publikationen bzw. Studien gezeigt, dass eine als emotionsinduzierend angenommene Gestaltung von Text- oder Bildelementen multimedialer Lernprogramme für erfolgreiches Lernen entscheidende (kognitive und metakognitive) Prozesse beeinflusst. Zudem wurde nachgewiesen, dass vor dem Lernen induzierte positive wie negative Emotionen auch unter Berücksichtigung verschiedener Lernercharakteristika bedeutsame Prädiktoren für das Lernen mit Multimedia sowie die dazu erforderlichen (meta-)kognitiven Prozesse darstellen.

Die durchgeführten empirischen Untersuchungen orientierten sich an identifizierten Forschungsdesideraten, denen in den durchgeführten Studien Rechnung getragen wurde. Ausgehend von den gewonnenen Erkenntnissen lassen sich neue Forschungsdesiderate formulieren, welche insbesondere die in der Diskussion der Befunde angesprochene Interaktion von Emotionen und emotionalem Design betreffen.

Aufgabe von Folgeuntersuchungen sollte (1) die Replikation von Befunden zu Emotionen und Lernen mit Multimedia unter Berücksichtigung der Intensität von Emotionen sowie alternativem (motivierendem) Lernmaterial darstellen. (2) Neben der Intensität emotionaler Zustände sollte auch die Intensität bzw. Stärke emotionaler (insb. Text-)Designs berücksichtigt werden. (3) Die Untersuchung der Interaktion von Text- und Bild-Designs sowie (4) die Untersuchung der Interaktion von emotionalem Text-Design und induzierten Emotionen sollte weiter verfolgt werden. (5) Weiterhin sollten Traits als potentielle Moderatoren weiter berücksichtigt und (6) „vollständige“ experimentelle Designs in Bezug auf das Einbeziehen von potentiellen erklärenden Variablen umgesetzt werden. (7) Das Forschungsdesiderat zur Integration von Prozessdaten (z.B. qualitative Daten) bleibt bestehen. (8) Zudem sollen auch lernbezogene Emotionen neben dem emotionalen Zustand von Lernenden in weiteren Untersuchungen berücksichtigt werden. (9) Um für die Praxis belastbare Ergebnisse zu generieren, sollte sich die Stichprobenziehung stärker an der Relevanz des zu lernenden Themas der multimedialen Instruktion für die ausgewählten Probanden orientieren.

9 Literatur

- Abler, B & Kessler, H. (2009). Emotion Regulation Questionnaire: Eine deutschsprachige Fassung des ERQ von Groß und John. *Diagnostica*, 3, 144-152.
- Allbritton, D. W. (1995). When metaphors function as schemas: Some effects of conceptual metaphors. *Metaphor and Symbolic Activity*, 10, 33-46.
- Alley, T. R. (1981). Head shape and the perception of cuteness. *Developmental Psychology*, 17, 650-654.
- Altarriba, J., & Bauer, L. M. (2004). The distinctiveness of emotion concepts: A comparison between emotion, abstract, and concrete words. *The American Journal of Psychology*, 117(3), 389-410.
- Arnold, M. B. (1960). *Emotion and personality*. New York: Columbia University Press.
- Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. *Psychology of Learning and Motivation*, 2, 89-195.
- Austin, K. A. (2009). Multimedia learning: Cognitive individual differences and display design techniques predict transfer learning with multimedia learning modules. *Computers & Education*, 53, 1339-1354.
- Ayres, P. & Sweller, J. (2014). The split-attention principle in multimedia learning. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (p. 206-226). New York, NY: Cambridge University Press.
- Baddeley, A. (1992). Working memory. *Science*, 255, 556-559.
- Baddeley, A. D. (1986). *Working memory*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Baddeley, A. D. (1998). *Human Memory*. Boston: Allyn & Bacon.
- Ball, L. J., Eger, N., Stevens, R., & Dodd, J. (2006). Applying the PEEP method in usability testing. *Interfaces*, 67, 15-19.
- Barett, L. F. (2006a). Are emotions natural kinds? *Psychological Science*, 1, 28-58.

- Barett, L. F. (2006b). Solving the emotion paradox: Categorization and the experience of emotion. *Personality and Social Review, 10*, 20-46.
- Basso, M. R., Schefft, B. K., Ris, M. D. & Dember, W. N. (1996). Mood and global-local visual processing. *Journal of the International Neuropsychological Society, 2*, 249-255.
- Beedie, C. J., Terry, P. C. & Lane, A. M. (2005). Distinctions between emotion and mood. *Cognition and Emotion, 19*(6), 847-878.
- Beedie, C. J., Terry, P. C., Lane, A. M. & Devonport, T. J. (2011). Differential assessment of emotions and mood: Development and validation of the emotion and mood components of anxiety questionnaire. *Personality and Individual Differences, 50*, 228-233.
- Bellizzi, J. A. & Hite, R. E. (1992). Environmental color, consumer feelings, and purchase likelihood. *Psychology & Marketing, 9*, 347-363.
- Berkowitz, L., & Troccoli, B. T. (1986). An examination of the assumptions in the demand characteristics thesis: With special reference to the Velten mood induction procedure. *Motivation and Emotion, 10*(4), 337-349.
- Berry, D. S. & Mc Arthur, L. (1985). Some components and consequences of a babyface. *Journal of Personality and Social Psychology, 48*, 312-323.
- Berth, H. (2004). *Das Dresdner Angstwörterbuch (DAW): Entwicklung, Validierung und Erprobung einer Computerversion der Gottschalk-Gleser-Angstskalen*. Frankfurt am Main: VAS.
- Bless, H. & Fiedler, K. (1995). Affective states and the influences of activated general knowledge. *Personality and Social Psychology Bulletin, 21*, 766-778.
- Bless, H. & Fiedler, K. (2006). Mood and the regulation of information processing and behavior. In J. P. Forgas (Ed.), *Affect in Social thinking and behavior* (p. 65-84). New York: Psychology Press.
- Bodenhausen, G. V. (1993). Emotions, arousal, and stereotypic judgements: A heuristic model of affect and stereotyping. In D. M. Mackie, & D. L. Hamilton (Eds.), *Affect, cognition, and stereotyping* (pp. 13-27). San Diego: Academic Press.

- Borkenau, P. & Ostendorf, F. (2008). *NEO-FFI: NEO-Fünf-Faktoren-Inventar nach Costa und McCrae*. Göttingen: Hogrefe.
- Bowdle, B. F. & Gentner, D. (2005). The Career of Metaphor. *Psychological Review*, *112*, 193-216.
- Boyatzis, C. J. & Varghese, R. (1994). Children's emotional associations with colors. *The Journal of genetic psychology*, *155*, 77-85.
- Brandstätter, V., Schüler, J., Puca, R. M., & Lozo, L. (2013). *Motivation und Emotion: Allgemeine Psychologie für Bachelor*. Springer-Verlag.
- Brewer, D., Doughtie, E. B., & Lubin, B. (1980). Induction of mood and mood shift. *Journal of Clinical Psychology*, *36*(1), 215-226.
- Briesemeister, B. B., Kuchinke, L. & Jacobs, A. M. (2011). Discrete emotion norms for nouns: Berlin affective word list (DENN-BAWL). *Behavior Research*, *43*(2), 441-448.
- Bruner, G. C. (1990). Music, Mood, and Marketing. *Journal of Marketing*, *54*, 94-104.
- Brünken, R., Seufert, T. & Zander, S. (2005). Förderung der Kohärenzbildung beim Lernen mit multiplen Repräsentationen. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, *19*, 61-75.
- Buchwald, A. M., Strack, S. & Coyne, J. C. (1981). Demand characteristics and the Velten Mood Induction Procedure. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, *49*(3), 478-479.
- Buck, R. (1985). Prime theory: An integrated view of motivation and emotion. *Psychological Review*, *92*, 389-413.
- Calvo, R. A. & Kim, S. M. (2013). Emotions in text: Dimensional and categorical models. *Computational Intelligence*, *29*(3), 527-543.
- Camras, L. A. (2011). Differentiation, dynamical integration and functional emotional development. *Emotion Review*, *3*, 138-146.

- Challis, B. H. & Krane, R. V. (1988). Mood induction and the priming of semantic memory in a lexical decision task: Asymmetric effects of elation and depression. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 26(4), 309-312.
- Chastain, G., Seibert, P. S. & Ferraro, F. R. (1995). Mood and Lexical Access of Positive, Negative and Neutral Words. *The Journal of General Psychology*, 122(2), 137-157.
- Clark, D. M. (1983). On the induction of depressed mood in the laboratory: Evaluation and comparison of the Velten and musical procedures. *Advances in Behaviour Research and Therapy*, 5(1), 27-49.
- Cowan, N. (1999). An embedded-process model of working memory. In A. Miyake & P. Shah (Eds.), *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control* (pp. 62-101). New York: Cambridge University Press.
- Craik, F. I. & Lockhart, R. S. (1972). Levels of processing: A framework for memory research. *Journal of verbal learning and verbal behavior*, 11, 671-684.
- Curry, L. (1990). A critique of the research on learning styles. *Educational leadership*, 48(2), 50-56.
- Danielson, R., W., Schwartz, N. H. & Lippmann, M. (2015). Metaphorical graphics aid learning and memory. *Learning and Instruction*, 39, 194-205.
- Deci, E. L. & Ryan, R. M. (2000). The "What" and "Why" of Goal Pursuits: Human Needs and the Self-Determination of Behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4), 227-268.
- Dehn, D. M. & Van Mulken, S. (2000). The impact of animated interface agents: a review of empirical research. *Human Computer Studies*, 52(1), 1-22.
- Derryberry, D. & Reed, M. A. (1998). Anxiety and attentional focusing: Trait, state, and hemispheric influences. *Personality and Individual Differences*, 25, 745-761.
- Diener, E. & Diener, C. (1996). Most people are happy. *Psychological science*, 7(3), 181-185.
- DiSalvo, C. & Gemperle, F. (2003). *From seduction to fulfillment: The use of anthropomorphic form in design*. In *Proceedings of the 2003 international conference on Designing pleasurable products and interfaces* (pp. 67-72).

- Pittsburgh: ACM. Retrieved from
<http://www.cs.cmu.edu/~kiesler/anthropomorphism-org/pdf/Seduction.pdf>
[21.07.2016]
- Domagk, S., Schwartz, R. N. & Plass, J. L. (2010). Interactivity in multimedia learning: An integrated model. *Computers in Human Behavior*, 26(5), 1024-1033.
- Doolittle, P. E. (2009). Multimedia learning and working memory capacity. In R. Zheng (Ed.), *Cognitive effects of multimedia learning* (pp. 17–33). Hershey, PA: Information Science Reference.
- Eccles, J., S., Wigfield, A. (2002). Motivational Beliefs, Values, and Goals. *Annual Review of Psychology*, 53, 109-132.
- Eflkides, A., Kourkoulou, A., Mitsiou F. & Ziliaskopoulou, D. (2006). Metacognitive knowledge of effort, personality factors, and mood state: Their relationship with effort-related metacognitive experiences. *Metacognition and Learning*, 1, 33-49.
- Eich, E., Ng, J. T. W., Macaulay, D., Percy, A. D. & Grebneva, I. (2007). Combining music with thought to change mood. In J. A. Coan & J. J. B. Allen (Eds.), *Handbook of Emotion Elicitation and Assessment* (pp. 124-136). Oxford: University Press.
- Ekman, P. & Davidson, R. J. (1994). *The nature of emotion - fundamental questions*. New York: Oxford University Press.
- Ekman, P. (1992). An argument for basic emotions. *Cognition and Emotion*, 6, 169-200.
- Ekman, P. (1999). Facial expressions. *Handbook of cognition and emotion*, 16, 301-320.
- Ellis, H. C. & Ashbrook, P. W. (1988). Resource allocation model of the effects of depressed mood states on memory. In K. Fiedler & J. Forgas (Eds.), *Affect, cognition, and social behaviour: New evidence and integrative attempts* (pp. 25-43). Toronto: Hogrefe.
- Ellis, H. C., Thomas, R. L. & Rodriguez, I. A. (1984). Emotional mood states and memory: Elaborative encoding, semantic processing, and cognitive effort. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 10(3), 470-482.

- Ellis, H. C., Thomas, R. L., McFarland, A. D. & Lane, W. (1985). Emotional mood states and retrieval in episodic memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 11(2), 363-370.
- Ellsworth, P. C. & Smith, C. A. (1988). From appraisal to emotion: Differences among unpleasant feelings. *Motivation and Emotion*, 12, 271-302.
- Engle, R.W. (2002). Working memory capacity as executive attention. *Current Directions in Psychological Science*, 11(1), 19-23.
- Ericsson, K. A. & Simon, H.A. (1993). *Protocol Analysis: Verbal Reports as Data*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Eviatar, Z. & Zaidel, E. (1991). The effects of word length and emotionality on hemispheric contribution to lexical decision. *Neuropsychologia*, 29, 415-428.
- Eysenck, H. J. & Eysenck, S. B. G. (1965). *Manual of the Eysenck Personality Inventory*. London: Hodder & Stoughton.
- Fenesi, B., Sana, F., Kim, J. A. & Shore, D. I. (2014). Reconceptualizing working memory in educational research. *Educational Psychology Review*, 27, 333-351.
- Fiedler, K., Nickel, S., Asbeck, J. & Pagel, U. (2003). Mood and the generation effect. *Cognition and Emotion*, 17(4), 585-608.
- Flowerday, T. & Schraw, G. (2003). Effect of choice on cognitive and affective engagement. *The Journal of Educational Research*, 96(4), 207-215.
- Fogel, A., Nwokah, E., Dedo, J. Y., Messinger, D., Dickson, K. L., Matusov, E. & Holt, S. A. (1992). Social process theory of emotion: A dynamic systems approach. *Social Development*, 1, 122-142.
- Forgas, J. P. (2013). Don't worry, be sad! On the cognitive, motivational, and interpersonal benefits of negative mood. *Current Directions in Psychological Science*, 22(3), 225-232.
- Frederickson, B. L. (2001). The role of positive emotions in positive psychology: The broaden-and-build theory of positive emotions. *American Psychologist*, 56, 218-226.

- Fredrickson, B. L. & Branigan, C. (2005). Positive emotions broaden the scope of attention and thought-action repertoires. *Cognition & Emotion, 19*(3), 313-332.
- Frenzel, A. C., Götz, T. & Pekrun, R. (2009). Emotionen. In E. Wild & J. Möller (Eds.), *Pädagogische Psychologie* (S. 205-231). Heidelberg: Springer Medizin Verlag.
- Frijda, N. H. (1986). *The emotions*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Garner, R. & Gillingham, M. G. (1991). Topic knowledge, cognitive interest, and text recall: A microanalysis. *The Journal of Experimental Education, 59*(4), 310-319.
- Garner, R., Gillingham, M. G. & White, C. S. (1989). Effects of 'seductive details' on macroprocessing and microprocessing in adults and children. *Cognition and Instruction, 6*(1), 41-57.
- Gasper, K. & Clore, G. L. (2002). Attending to the big picture: Mood and global versus local processing of visual information. *Psychological Science, 13*(1), 34-40.
- Gentner, D. & Markman, A. (1997). Structure mapping in analogy and similarity. *American Psychologist, 52*, 45-56.
- Gentner, D. (1983). Structure-mapping: A theoretical framework for analogy. *Cognitive Science, 7*, 155-170.
- Gentner, D. (1989). The mechanisms of analogical learning. In S. Vosniadou & A. Ortony (Eds.), *Similarity and analogical reasoning* (pp. 199-241). Cambridge: Cambridge University Press.
- Gerrards-Hesse, A., Spies, K. & Hesse, F. W. (1994). Experimental inductions of emotional states and their effectiveness: A review. *British Journal of Psychology, 85*, 55-78.
- Gillet, N., Vallerand, R. J., Lafrenière, M. K. & Bureau, J. S. (2013). The mediating role of positive and negative affect in the situational motivation-performance relationship. *Motivation and Emotion, 37*, 465-479.
- Ginns, P., Martin, A. J. & Marsh, H. W. (2013). Designing instructional text in a conversational style: A meta-analysis. *Educational Psychology Review, 25*, 445-472.

- Glucksberg, S. (2001). *Understanding figurative language: From metaphor to idioms*. New York: Oxford University Press.
- Glucksberg, S. (2003). The psycholinguistics of metaphor. *Trends in cognitive sciences*, 7, 92-96.
- Gorn, G. J., Chattopadhyay, A., Yi, T. & Dahl, D. W. (1997). Effects of color as an executional cue in advertising: They're in the shade. *Management Science*, 43, 1387-1400.
- Gorn, G., Pham, M. T. & Sin, L. Y. (2001). When arousal influences ad evaluation and valence does not (and vice versa). *Journal of Consumer Psychology*, 11, 43-55.
- Gottfried, A. (1990). Academic intrinsic motivation in young elementary school children. *Journal of Education Psychology*, 82, 525-538.
- Gray, E. K. & Watson, D. (2007). Assessing positive and negative affect via self-report. In J. A. Coan & J. J. B. Allen (Eds.), *Handbook of Emotion Elicitation and Assessment* (pp. 171-183). Oxford: Oxford University Press.
- Greeno, J. G. (1997). On claims that answer the wrong questions. *Educational researcher*, 26(1), 5-17.
- Gross, J. J. & John, O. P. (2003). Individual differences in two emotion regulation processes: Implications for affect, relationships, and well-being. *Journal of Personality and Social Psychology*, 85(2), 348-362.
- Guay, F., Vallerand, R.J. & Blanchard, C. (2000). On the assessment of situational intrinsic and extrinsic motivation: The situational motivation scale (SIMS). *Motivation and Emotion*, 24(3), 175-213.
- Hager, W. & Hasselhorn, M. (1994). *Handbuch deutschsprachiger Wortnormen*. Göttingen: Hogrefe.
- Hansen, J. P. (1991). The use of eye mark recordings to support verbal retrospection in software testing. *Acta Psychologica*, 76, 31-49.

- Harp, S. F. & Mayer, R. E. (1997). The role of interest in learning from scientific text and illustrations: On the distinction between emotional interest and cognitive interest. *Journal of Educational Psychology, 89*, 92-102.
- Hayes, A. F. (2013). *Introduction to mediation, moderation, and conditional process analysis: A regression-based approach*. New York: Guilford Press.
- Heidig, S., Müller, J. & Reichelt, M. (2015). Emotional design in multimedia learning: Differentiation on relevant design features and their effects on emotions and learning. *Computers in Human Behavior, 44*, 81-95.
- Heller, A. (1980). *Theorie der Gefühle*. Hamburg: VSA.
- Höffler, T. N. & Leutner, D. (2011). The role of spatial ability in learning from instructional animations: Evidence for an ability-as-compensator-hypothesis. *Computers in Human Behavior, 27*, 209-216.
- Höffler, T. N. (2010). Spatial ability: Its influence on learning with visualizations – A meta analytic review. *Educational Psychology Review, 22*, 245-269.
- Holmquist, K., Nyström, M., Andersson, R., Dewhurst, R., Jarodzka, H. & Van de Weijer, J. (2011). *Eye-tracking: A comprehensive guide to methods and measures*. Oxford: Oxford University Press.
- Holsanova, J., Holmberg, N. & Holmqvist, K. (2009). Reading information graphics: The role of spatial contiguity and dual attentional guidance. *Applied Cognitive Psychology, 23*(9), 1215-1226.
- Hongpaisanwiwat, C. & Lewis, M. (2003). Attentional effect of animated character. In M. Rauterberg, M. Menozzi & J. Wesson (Eds.), *Proceedings of INTERACT'03* (pp. 423-430). Amsterdam: IOS Press.
- Huber, F., Beckmann, S. C. & Herrmann, A. (2004). Means-End analysis: Does the affective state influence information processing style? *Psychology & Marketing, 21*(9), 715-737.
- Huntsinger, J. R. (2013). Does emotion directly tune the scope of attention? *Psychological Science, 22*, 265-270.

- Hyönä, J. (2010). The use of eye movements in the study of multimedia learning. *Learning and Instruction, 20*, 172-176.
- Hyrskykari, A., Ovaska, S., Majaranta, P., Räihä, K. & Lehtinen, M. (2008). Gaze path stimulation in retrospective think-aloud. *Journal of Eye Movement Research, 2*, 1-18.
- Isen, A. M. (1984). Toward understanding the role of affect in cognition. In R. S. Wyer & T. K. Srull (Eds.), *Handbook of Social Cognition* (Vol. 3, pp. 179-236). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Isen, A. M., Daubman, K. A. & Nowicki, G. P. (1987). Positive affect facilitates creative problem solving. *Journal of Personality and Social Psychology, 52*(6), 1122-1131.
- Isen, A. M. & Reeve, J. (2005). The influence of positive affect on intrinsic and extrinsic motivation: Facilitating enjoyment of play, responsible work behavior, and self-control. *Motivation and Emotion, 29*(4), 297-325.
- Izard, C. E. (1977). *Human emotions*. New York: Plenum Press.
- Izard, C. E. (2007). Basic emotions, natural kinds, emotion schemas, and a new paradigm. *Perspectives on psychological science, 2*, 260-280.
- James, W. (1884). What is an emotion? *Mind, 9*, 188-205.
- Jefferies, L. N., Smilek, D., Eich, E. & Enns, J. T. (2008). Emotional valence and arousal interact in attentional control. *Psychological Science, 19*(3), 290-295.
- Johnson, A., M., Ozogul, G. & Reisslein, M. (2015). Supporting multimedia learning with visual signalling and animated pedagogical agent: Moderating effects of prior knowledge. *Journal of Computer Assisted Learning, 31*, 97-115.
- Just, M. A. & Carpenter, P. A. (1980). A theory of reading: From eye fixations to comprehension. *Psychological Review, 87*(4), 329.
- Kahnemann, D. (2012). *Schnelles Denken, langsames Denken*. München: Siedler.
- Kalyuga, S., Ayres, P., Chandler, P. & Sweller, J. (2003). The expertise reversal effect. *Educational Psychologist, 38*, 23-31.

- Kalyuga, S., Chandler, P. & Sweller, J. (2000). Incorporating learner experience into the design of multimedia instruction. *Journal of Education Psychology*, 92, 126-136.
- Kalyuga, S., Chandler, P., Tuovinen, J. & Sweller, J. (2001). When problem solving is superior to studying worked examples. *Journal of Educational Psychology*, 93(3), 579-588.
- Kane, M. J. & Engle, R. W. (2002). The role of prefrontal cortex in working-memory capacity, executive attention, and general fluid intelligence: An individual difference perspective. *Psychonomic Bulletin & Review*, 9, 637-671.
- Kanske, P. & Kotz, S. A. (2007). Concreteness in emotional words: ERP evidence from a hemifield study. *Brain Research*, 1148, 138-148.
- Kaspar, K., Hloucal, T., Kriz, J., Canzler, S., Gameiro, R. R., Krapp, V. & König, P. (2013). Emotions` impact on viewing behavior under natural conditions. *PLoS ONE*, 8(1), e52737.
- Kaya, N. & Epps, H. H. (2004). Relationship between color and emotion: A study of college students. *College student journal*, 38(3), 396.
- Kensinger, E. A. & Corkin, S. (2003). Memory enhancement for emotional words: Are emotional words more vividly remembered than neutral words? *Memory & Cognition*, 31, 1169-1180.
- Kessels, R. P. C., van den Berg, E., Ruis, C. & Brands, A. M. A. (2008). The backward span of the corsi block-tapping task and its association with the WAIS-3 digit span. *Assessment*, 15(4), 426-434.
- Kim, C. & Hodges, C. B. (2012). Effects of an emotion control treatment on academic emotions, motivation and achievement in an online mathematics course. *Instructional Science*, 40, 173-192.
- Kissler, J., Herbert, C., Peyk, P. & Junghofer, M. (2007). Early cortical responses to emotional words during reading. *Psychological Science*, 18(6), 475-480.
- Kleinginna, P. R. & Kleinginna A. M. (1981). A categorized list of emotion definitions, with suggestions for a consensual definition. *Motivation and Emotion*, 5(4), 345-379.

- Knörzer, L., Brünken, R. & Park, B. (2016). Facilitators or suppressors: Effects of experimentally induced emotions on multimedia learning. *Learning and Instruction, 44*, 97-107.
- Knörzer, L., Brünken, R. & Park, B. (in press). Emotions in multimedia learning: The moderating role of learner characteristics. *Journal of Computer Assisted Learning*.
- Knörzer, L., Brünken, R. & Park, B. (subm. a). Cued retrospective recall method reveals processes of multimedia learning. In E. Klopp, J. F. Schneider & R. Stark (Eds.), *Thinking aloud: The mind in action*. Weimar: Bertuch.
- Knörzer, L., Brünken, R., & Park, B. (subm. b). Emotional design of texts in multimedia learning. *Instructional Science*.
- Korbach, A., Brünken, R., & Park, B. (resubm.). Measurement of cognitive load in multimedia learning: A comparison of different objective measures. *Instructional Science*.
- Kousta, S-T., Vinson, D. P., Vigliocco, G. (2009). Emotion words, regardless of polarity, have a processing advantage over neutral words. *Cognition, 112*, 473-481.
- Kuchinke, L., Jacobs, A. M., Võ, M. L.-H., Conrad, M., Grubich, C. & Herrmann, M. (2006). Modulation of prefrontal cortex activation by emotional words in recognition memory. *NeuroReport, 17*, 1037-1041.
- Kuhl, J. (2000). A functional-design approach to motivation and self-regulation: The dynamics of personality systems interactions. In M. Boekaerts, P. R. Pintrich & M. Zeidner (Eds.), *Handbook of self-regulation* (pp. 111-169). San Diego, CA: Academic Press.
- Kuusela, H. & Paul, P. (2000). A comparison of concurrent and retrospective verbal protocol analysis. *The American Journal of Psychology, 113*(3), 387-404.
- Lakoff, G. & Johnson, M. (2003). *Metaphors we live by*. Chicago: University of Chicago Press.
- Lange, C. G. (1887). *Über Gemüthsbewegungen* (H. Kurella, Trans.). Leipzig: Theodor Thomas. (Original erschienen 1885)

- Larsen, R. J. & Diener, E. (1992). Promises and problems with the circumplex model of emotion. In M. S. Clark (Ed.), *Review of Personality and Social Psychology: Emotion* (pp. 25-59). Newbury Park: Sage.
- Larsen, J. T., Norris, C. J., McGraw, A. P., Hawkley, L. C. & Cacioppo, J. T. (2009). The evaluative space grid: A single-item measure of positivity and negativity. *Cognition and Emotion*, 23, 453-480.
- Larsen, R. J. & Sinnett, L. M. (1991). Meta-analysis of experimental manipulations: Some factors affecting the Velten mood induction procedure. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 17(3), 323-334.
- Lasauskaite, R., Gendolla, G. H. E. & Silvestrini, N. (2013). Do sadness-primers make me work harder because they make me sad? *Cognition and Emotion*, 27(1), 158-165.
- Lazarus, R. S. (1968). Emotions and adaptation: Conceptual and empirical relations. In W. J. Arnold (Ed.), *Nebraska Symposium on Motivation* (pp. 175-270). Lincoln: University of Nebraska Press.
- Lenzner, A., Schnotz, W. & Müller, A. (2013). The role of decorative pictures in learning. *Instructional Science*, 41, 811-831.
- Leutner, D. (2014). Motivation and emotion as mediators in multimedia learning. *Learning and Instruction*, 29, 174-175.
- Lewis, M. D. (2005). Bridging emotion theory and neurobiology through dynamic systems modeling. *Behavioral and Brain Sciences*, 28, 169-194.
- Liew, T. W. & Tan, S.-M. (2016). The effects of positive and negative mood on cognition and motivation in multimedia learning environments. *Educational Technology & Society*, 19(2), 104-115.
- Lorenz, K. (1950). Ganzheit und Teil in der tierischen und menschlichen Gemeinschaft. *Studium Generale*, 3(9), 455-499.
- Lusk, D. L., Evans, A. D., Jeffrey, T. R., Palmer, K. R., Wikstrom, C. S. & Doolittle, P. E. (2009). Multimedia learning and individual differences: Mediating the effects of working memory capacity with segmentation. *British Journal of Educational Technology*, 40, 636-651.

- Magner, U. I. E., Glogger, I. & Renkl, A. (2014). Which features make illustrations in multimedia learning interesting? *Educational Psychology*, DOI: 10.1080/01443410.2014.933177
- Magner, U. I. E., Schwonke, R., Aleven, V. & Popescu, O. (2014). Triggering situational interest by decorative illustrations both fosters and hinders learning in computer-based learning environments. *Learning and Instruction*, 29, 141-152.
- Mandl, H., Gruber, H. & Renkl, A. (2002). Situiertes Lernen in multimedialen Lernumgebungen. In L. J. Issing & P. Klimsa (Hrsg.), *Information und Lernen mit Multimedia und Internet* (S. 139-148). Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Maratos, E. J., Allan, K. & Rugg, M. D. (2000). Recognition memory for emotionally negative and neutral words: An ERP study. *Neuropsychologia*, 38, 1452-1465.
- Martin, M. (1990). On the induction of mood. *Clinical Psychology Review*, 10(6), 669-697.
- Massa, L. J. & Mayer, R. E. (2006). Testing the ATI hypothesis: Should multimedia instruction accommodate verbalizer-visualizer cognitive style? *Learning and Individual Differences*, 16(4), 321-335.
- Mayer, R. E. (1996). Learning strategies for making sense out of expository text: The SOI model for guiding three cognitive processes in knowledge construction. *Educational Psychology Review*, 8(4), 357-371.
- Mayer, R. E. (2008). Applying the science of learning: Evidence-based principles for the design of multimedia instruction. *American Psychologist*, 63(8), 760-769.
- Mayer, R. E. (2014a). Incorporating motivation into multimedia learning. *Learning and Instruction*, 29, 171-173.
- Mayer, R. E. (2014b). (Ed.). *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Mayer, R. E. (2014c). The Cognitive Theory of Multimedia Learning. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (pp. 43-71). New York, NY: Cambridge University Press.

- Mayer, R. E. & Estrella, G. (2014). Benefits of emotional design in multimedia instruction. *Learning and Instruction, 33*, 12-18.
- Mayer, R. E., Fennell, S., Farmer, L. & Campbell, J. (2004). A personalization effect in multimedia learning: Students learn better when words are in conversational style rather than formal style. *Journal of Educational Psychology, 96*(2), 389-395.
- Mayer, R. E. & Gallini, J. K. (1990). When is an illustration worth ten thousand words? *Journal of Educational Psychology, 82*(4), 715-726.
- Mayer, R. E. & Moreno, R. (1998). A split-attention effect in multimedia learning: Evidence for dual processing systems in working memory. *Journal of Educational Psychology, 90*, 312-320.
- Mayer, R. E. & Moreno, R. (2003). Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning. *Educational Psychologist, 38*(1), 43-52.
- McCrae, R. R. (1993). Openness to experience as a basic dimension of personality. *Imagination, Cognition and Personality, 13*, 39-55.
- McCrae, R. R. & Costa Jr, P. T. (1999). A five-factor theory of personality. *Handbook of personality: Theory and Research, 2*, 139-153.
- McCrae, R. R. & Costa Jr., P. T. (2004). A contemplated revision of the NEO Five-Factor Inventory. *Personality and Individual Differences, 587-596*.
- McGuinness, C. (1990). Talking about thinking: The role of metacognition in teaching thinking. In K. Gilhooly, M. Deane & G. Erdos (Eds.), *Lines of Thinking* (pp. 310-312). San Diego: Academic Press.
- McInerney, D., M. & Sinclair, K., E. (1991). Cross Cultural Model Testing: Inventory of School Motivation. *Educational and Psychological Measurement, 51*, 123-133.
- McNamara, D. S., Kintsch, E., Songer, N. B. & Kintsch, W. (1996). Are good texts always better? Interactions of text coherence, background knowledge, and levels of understanding in learning from text. *Cognition and Instruction, 14*(1), 1-43.

- Moreno, R. (2004). Decreasing cognitive load for novice students: Effects of explanatory versus corrective feedback on discovery-based multimedia. *Instructional Science*, 32, 99-113.
- Moreno, R. (2005). Instructional technology: Promise and pitfalls. In L. Pytlik-Zilling, M. Bodvarsson & R. Bruning (Eds.), *Technology-based Education: Bringing Researchers and Practitioners together* (pp. 1-19). Greenwich: Age Publishing.
- Moreno, R. (2006a). Does the modality principle hold for different media? A test of the method-affects-learning hypothesis. *Journal of Computer Assisted Learning*, 22, 149-158.
- Moreno, R. (2006b). When worked examples don't work: Is cognitive load theory at an Impasse? *Learning and Instruction*, 16, 170-181.
- Moreno, R. & Durán, R. (2004). Do multiple representations need explanations? The role of verbal guidance and individual differences in multimedia mathematics learning. *Journal of Educational Psychology*, 96, 492-503.
- Moreno, R. & Mayer, R. (2007). Interactive multimodal learning environments, special issue on interactive learning environments: Contemporary issues and trends. *Educational Psychology Review*, 19(3), 309-326.
- Moreno, R. & Mayer, R. E. (1999). Multimedia-supported metaphors for meaning making in mathematics. *Cognition and Instruction*, 17(3), 215-248.
- Moreno, R. & Mayer, R. E. (2000). Engaging students in active learning: The case for personalized multimedia messages. *Journal of Educational Psychology*, 92, 724-733.
- Moreno, R. & Mayer, R. E. (2004). Personalized messages that promote science learning in virtual environments. *Journal of Educational Psychology*, 96, 165-173.
- Moreno, R., Mayer, R. E., Spires, H. & Lester, J. (2001). The case for social agency in computer-based teaching: Do students learn more deeply when they interact with animated pedagogical agents? *Cognition and Instruction*, 19(2), 177-214.
- Morris, C. C. (1990). Retrieval processes underlying confidence in comprehension judgments. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 16, 223-232.

- Mossholder, K. W., Kemery, E. R., Harris, S. G., Armenakis, A. A. & Mcgrath, R. (1994). Confounding constructs and levels of constructs in affectivity measurement: An empirical investigation. *Educational and Psychological Measurement*, 54, 336-349.
- Mulligan, K. & Scherer, K. R. (2012). Toward a working definition of emotion. *Emotion review*, 4(4), 345-357.
- Nemanick, R. C. & Munz, D. C. (1994). Measuring the poles of negative and positive mood using the positive affect negative affect schedule and activation deactivation adjective check list. *Psychological Reports*, 74, 195-199.
- Nummenmaa, L., Hyönä, J. & Calvo, M. G. (2006). Eye movement assessment of selective attentional capture by emotional pictures. *Emotion*, 6, 257-268.
- O'Connor, M. C. & Paunonen, S. V. (2007). Big Five personality predictors of post-secondary academic performance. *Personality and Individual Differences*, 43(5), 971-990.
- Oaksford, M., Morris, F., Grainger, B. & Williams, J. M. G. (1996). Mood, reasoning, and central executive process. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 22, 476-492.
- Oberauer, K., Süß, H.-M., Schulze, R., Wilhelm, O. & Wittmann, W. W. (2000). Working memory capacity: Facets of a cognitive ability construct. *Personality and Individual Differences*, 29, 1017-1045.
- Orne, M. T. (1962). On the social psychology of the psychological experiment: With particular reference to demand characteristics and their implications. *American Psychologist*, 17(11), 776-783.
- Ortony, A., Clore, G. L. & Collins, A. (1990). *The cognitive structure of emotions*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ozcelik, E., Karakus, T., Kursun, E. & Cagiltay, K. (2009). An eye-tracking study of how color coding affects multimedia learning. *Computers & Education*, 53(2), 445-453.
- Paas, F. (1992). Training strategies for attaining transfer of problem-solving skill in statistics: A cognitive-load approach. *Journal of Educational Psychology*, 84(4), 429-434.

- Paivio, A. (1986). *Mental representations: A dual coding approach*. Oxford, England: Oxford University Press.
- Park, B. (2010). *Testing the additivity hypothesis of cognitive load theory*. Saarland University, Saarbrücken.
- Park, B., Flowerday, T. & Brünken, R. (2015). Cognitive and affective effects of seductive details in multimedia learning. *Computers in Human Behavior*, 44, 267-278.
- Park, B., Knörzer, L., Plass, J. & Brünken, R. (2015). Emotional design in multimedia learning: An eye tracking study on the use of anthropomorphisms, *Computers & Education*, 86, 30-42.
- Park, B., Korbach, A. & Brünken, R. (2015). Do learner characteristics moderate the seductive-details-effect? A cognitive-load-study using eye-tracking. *Educational Technology & Society*, 18(4), 24-36.
- Park, B., Plass, J. L. & Brünken, R. (2014). Cognitive and affective processes in multimedia learning. *Learning and Instruction*, 29, 125-127.
- Pekrun, R. (2006). The Control-Value Theory of Achievement Emotions: Assumptions, corollaries, and implications for educational research and practice. *Educational Psychology Review*, 18, 315-341.
- Pekrun, R., Goetz, T. & Titz, W. (2002). Academic emotions in students' self-regulated learning and achievement: A program of qualitative and quantitative research. *Educational Psychologist*, 37, 91-106.
- Petrie, H. & Harrison, C. (2009). Measuring users' emotional reactions to websites. In *Proceedings of the 27th International Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems* (pp. 3847-3852). New York: ACM.
- Pintrich, P. R. (2003). A motivational science perspective on the role of student motivation in learning and teaching contexts. *Journal of Educational Psychology*, 95(4), 667-686.
- Plass, J. L. & Kaplan, U. (2015). Emotional design in digital media for learning. In S. Tettegah, & M. Gartmeier (Eds.), *Emotions, technology, design, and learning* (pp. 131-162). New York, NY: Elsevier.

- Plass, J. L., Chun, D. M., Mayer, R. E. & Leutner, D. (1998). Supporting visual and verbal learning preferences in a second multimedia learning environment. *Journal of Educational Psychology, 90*, 25-36.
- Plass, J. L., Heidig, S., Hayward, E. O., Homer, B. D. & Um, E. (2014). Emotional design in multimedia learning: Effects of shape and color on affect and learning. *Learning and Instruction, 29*, 128-140.
- Plass, J. L., Moreno, R. & Brünken, R. (2011). *Cognitive load theory*. New York: Cambridge University Press.
- Plutchik, R. (2001). The nature of emotions: Human emotions have deep evolutionary roots, a fact that may explain their complexity and provide tools for clinical practice. *American Scientist, 89*, 344-350.
- Poropat, A. E. (2009). A meta-analysis of the Five-Factor Model of personality and academic performance. *Psychological Bulletin, 135*, 322-338.
- Rayner, K. (1998). Eye movements in reading and information processing: 20 years of research. *Psychological Bulletin, 124*(3), 372-422.
- Reeves, B. & Nass, C. (1996). *The media equation: How people treat computers, television, and new media like real people and place*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Renkl, A. (1997). Learning from worked-out examples: A study on individual differences. *Cognitive Science, 21*(1), 1-29.
- Renkl, A. (2012). Modellierung von Kompetenzen oder von interindividuellen Kompetenzunterschieden. *Psychologische Rundschau, 63*, 50-53.
- Rheinberg, F. (1999). Motivation und Emotionen im Lernprozess: Aktuelle Befunde und Forschungsperspektiven. In M. P. Jerusalem, R. (Hrsg.), *Emotion, Motivation und Leistung* (S. 189). Göttingen: Hogrefe.
- Rheinberg, F. (2008). *Motivation* (7. Auflage). Stuttgart: Kohlhammer.

- Richardson, M. P., Strange, B. A. & Dolan, R. J. (2004). Encoding of emotional memories depends on amygdala and hippocampus and their interactions. *Nature Neuroscience*, 7, 278-285.
- Rubin, D. C. & Friendly, M. (1986). Predicting which words get recalled: Measures of free recall, availability, goodness, emotionality, and pronunciability for 925 nouns. *Memory & Cognition*, 14(1), 79-94.
- Russell, J. A. (1980). A circumplex model of affect. *Journal of Personality and Social Psychology*, 39(6), 1161-1178.
- Russell, J. A. (2003). Core affect and the psychological construction of emotion. *Psychological Review*, 110(1), 145-172.
- Russell, J. A. (2005). Emotion in human consciousness is built on core affect. *Journal of Consciousness Studies*, 12, 26-42.
- Russell, J. A. (2009). Emotion, core affect, and psychological construction. *Cognition and Emotion*, 23(7), 1259-1283.
- Russell, J. A., Weiss, A. & Mendelsohn, G. A. (1989). Affect grid: A single-item scale of pleasure and arousal. *Journal of Personality and Social Psychology*, 57(3), 493-502.
- Russo, J. E. (1979). A software system for the collection of retrospective protocols prompted by eye fixations. *Behavior Research Methods & Instrumentation*, 11(2), 177-179.
- Sadoski, M. & Paivio, A. (2001). *Imagery and text: A dual coding theory of reading and writing*. Mahwah: Erlbaum.
- Sanchez, C. A. & Wiley, J. (2006). An examination of the seductive details effect in terms of working memory capacity. *Memory & Cognition*, 34(2), 344-355.
- Sanchez, C. A. & Wiley, J. (2009). To scroll or not to scroll: Scrolling, working memory capacity and comprehending complex text. *Human Factors*, 51, 730-738.
- Sartre, J. P. (1948). *Esquisse d'une theorie des emotions* (2. Ed.). Paris: Hermann.

- Schallberger, U. (2005). *Qualität des Erlebens in Arbeit und Freizeit: Kurzskalen zur Erfassung der Positiven Aktivierung, Negativen Aktivierung und Valenz in Experience Sampling Studien (PANAVA-KS)*. Forschungsbericht Nr. 6. Psychologisches Institut, Universität Zürich.
- Scherer, K. R. (1986). Vocal affect expression: A review and a model for future research. *Psychological Bulletin*, 99, 143-165.
- Scherer, K. R. (1990). Theorien und aktuelle Probleme der Emotionspsychologie. In K. R. Scherer (Ed.), *Enzyklopädie der Psychologie: Psychologie der Emotionen*. Göttingen Hogrefe.
- Scherer, K. R. (2005). What are emotions? And how can they be measured? *Social Science Information*, 44(4), 695-729.
- Schiefele, U. & Köller, O. (2010). Intrinsische und extrinsische Motivation. In D. H. Rost (Ed.), *Handwörterbuch: Pädagogische Psychologie*. Weinheim: Beltz.
- Schmidt-Weigand, F., Kohnert, A. & Glowalla, U. (2010). A closer look at split visual attention in system-and self-paced instruction in multimedia learning. *Learning and Instruction*, 20(2), 100-110.
- Schneider, S., Nebel, S. & Rey, G., D. (2016). Decorative pictures and emotional design in multimedia learning. *Learning and Instruction*, 44, 65-73.
- Schnotz, W. & Bannert, M. (2003). Construction and interference in learning from multiple representation. *Learning and Instruction*, 13, 141-156.
- Schürer-Necker, E. (1994). *Gedächtnis und Emotion: Zum Einfluss von Emotionen auf das Behalten von Texten* (Vol. 22). Weinheim: Beltz PVU.
- Schwanenflugel, P. (1991). Why are abstract concepts hard to understand? In P.J. Schwanenflugel (Ed.), *The psychology of word meaning* (pp. 223-250). Hillsdale: Erlbaum.
- Schwanenflugel, P. J. & Shoben, E. J. (1983). Differential context effects in the comprehension of abstract and concrete verbal materials. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 9(1), 82.

- Schwarz, N. (1990). Feelings as information: Informational and motivational functions of affective states. In E. T. Higgins & R. M. Sorrentino (Eds.), *Handbook of motivation and cognition: Foundations of social behavior*, (Vol. 2, pp. 527-561). New York: Guilford.
- Schwarz, N., & Clore, G. L. (1983). Mood, misattribution, and judgments of well-being: Informative and directive functions of affective states. *Journal of Personality and Social Psychology*, 45(3), 513.
- Schwarz-Friesel, M. (2013). *Sprache und Emotion*. Tübingen: Francke.
- Schwepe, J. & Rummel, R. (2014). Attention, working memory, and long-term memory in multimedia learning: an integrated perspective based on process models of working memory. *Educational Psychology Review*, 26(2), 285-306.
- Seibert, P. S. & Ellis, H. C. (1991a). A convenient self-referencing mood induction procedure. *Bulletin of Psychonomic Society*, 29(2), 121-124.
- Seibert, P. S., & Ellis, H. C. (1991b). Irrelevant thoughts, emotional mood states, and cognitive task performance. *Memory & Cognition*, 19, 507-513.
- Seufert, T. (2003). Supporting coherence formation in learning from multiple representations. *Learning and Instruction*, 13, 227-237.
- Seufert, T., Schütze, M. & Brünken, R. (2009). Memory characteristics and modality in multimedia learning: An aptitude-treatment-interaction study. *Learning and Instruction*, 19, 28-42.
- Shuman, V. & Scherer, K. R. (2014). Concepts and structures of emotions. In L. Linnenbrink-Garcia & R. Pekrun (Eds.), *International Handbook of Emotions in Education* (pp. 13-35). New York: Routledge.
- Sinclair, R. C., & Mark, M. M. (1992). The Influence of mood state on judgement and action: Effects on persuasion, categorization, social justice, person perception, and judgemental accuracy. In L. L. Martin & A. Tesser (Eds.), *The construction of social judgements* (pp. 165-193). Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.

- Skirl, H. (2009). *Emergenz als Phänomen der Semantik am Beispiel des Metaphernverstehens: Emergente konzeptuelle Merkmale an der Schnittstelle von Semantik und Pragmatik*. Tübingen: Narr.
- Slavin, R. E. (2002). Evidence-based education policies: Transforming educational practice and research. *Educational Researcher*, 31(7), 15-21.
- Sloboda, J. A. & Juslin, P. N. (2009). At the interface between the inner and outer world. In P. N. Juslin & J. Sloboda (Eds.), *Handbook of Music and Emotion: Theory, Research, Applications* (pp. 73-97). Oxford: University Press.
- Sokolowski, K. (1993). *Emotion und Volition: Eine motivations-psychologische Standortbestimmung*. Göttingen: Hogrefe.
- Sokolowski, K. (2008). Emotionen. In J. Müsseler (Ed.), *Allgemeine Psychologie* (S. 294-333). Heidelberg: Springer Verlag.
- Song, H. & Schwarz, N. (2009). If it's difficult to pronounce, it must be risky: Fluency, familiarity, and risk perception. *Psychological Science*, 20(2), 135-138.
- Song, H. S., Kalet, A. L. & Plass, J. L. (2015). Interplay of prior knowledge, self-regulation and motivation in complex multimedia learning environments. *Journal of Computer Assisted Learning*, 32(1), 31-50.
- Spering, M., Wagener, D. & Funke, J. (2005). The role of emotions in complex problem-solving. *Cognition and Emotion*, 19(8), 1252-1261.
- Stolk, H. & Brok, E. (1999). A descriptive framework for analyzing eye movement during studying. In B. Den Brinker, P. Beek, F. Maarse & L. Mulder (Eds.), *Cognitive ergonomics, clinical assessment, and computer-assisted learning* (pp. 22-34). Lisse, the Netherlands: Swets and Zeitlinger Publishers.
- Sweller, J. (1999). *Instructional design in technical areas*. Camberwell, Australia: ACER Press.
- Sweller, J. (2010). Element interactivity and intrinsic, extraneous, and germane cognitive load. *Educational Psychology Review*, 22, 123-138.

- Tellegen, A., Watson, D. & Clark, L. A. (1999). On the dimensional and hierarchical structure of affect. *Psychological Science*, 10(4), 297-303.
- Thompson, E., Palacios, A. & Varela, F. J. (1992). Ways of coloring: Comparative color vision as a case study for cognitive science. *Behavioral and Brain Science*, 15, 1-74.
- Tsiknaki, O. (2005). *Emotionsprognose. Das affektive Lexikon München. Entwurf eines Modells zur Vorhersage der Affektivität eines Textes*. München: Meidenbauer.
- Tucker, J. (1987). Psychology of color. *Target Marketing*, 10, 40-49.
- Turner, J. C., Thorpe, P. K., & Meyer, D. K. (1998). Students' reports of motivation and negative affect: A theoretical and empirical analysis. *Journal of Educational Psychology*, 90(4), 758-771.
- Um, E., Plass, J. L., Hayward, E. O. & Homer, B. D. (2012). Emotional design in multimedia learning. *Journal of Educational Psychology*, 104(2), 485-498.
- Utsumi, A. (2011). Computational exploration of metaphor comprehension processes using a semantic space model. *Cognitive Science*, 35(2), 251-296.
- Vallerand, R. J. (2007). Intrinsic and extrinsic motivation in sport and physical activity: A review and a look at the future. In G. Tenenbaum & E. Eklud (Eds.), *Handbook of sport psychology* (pp. 49-83). New York: John Wiley.
- van Gog, T. (2014). The signaling (or cueing) principle in multimedia learning. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (pp. 263-278). New York, NY: Cambridge University Press.
- van Gog, T., Paas, F. & van Merriënboer, J. J. G. (2005). Uncovering expertise-related differences in troubleshooting performance: Combining eye movement and concurrent verbal protocol data. *Applied Cognitive Psychology*, 19, 205-221.
- Västfjäll, D. (2002). Emotion induction through music: a review of the musical mood induction procedure. *Musicae Scientiae*, 5, 173-211.
- Velten, E. (1968). A laboratory task for induction of mood states. *Behavior Research and Therapy*, 6, 473-482.

- Võ, M. L.-H., Conrad, M., Kuchinke, L., Urton, K., Hofmann, M. J. & Jacobs, A. M. (2009). The Berlin Affective Word List Reloaded (BAWL-R). *Behavior Research Methods*, 41(2), 534-538.
- Võ, M. L.-H., Jacobs, A. M., & Conrad, M. (2006). Cross-validating the Berlin affective word list. *Behavior Research Methods*, 38, 606-609.
- Voss, C. (1999). *Textgestaltung und Verfahren der Emotionalisierung in der Bild-Zeitung*. Frankfurt a. M.: Lang.
- Wang, N., Johnson, W. L., Mayer, R. E., Rizzo, P., Shaw, E. & Collins, H. (2008). The politeness effect: Pedagogical agents and learning outcomes. *International Journal of Human-Computer Studies*, 66, 98-112.
- Watson, D. & Clark, L. A. (1994). *The PANAS-X: Manual for the Positive and Negative Affect Schedule-Expanded Form*. Department of Psychological & Brain Sciences, University of Iowa, Iowa.
- Watson, D., Clark, L. A. & Tellegen, A. (1988). Development and validation of brief measures of positive and negative affect: The PANAS scales. *Journal of Personality and Social Psychology*, 54(6), 1063-1070.
- Watson, D. & Tellegen, A. (1985). Toward a consensual structure of mood. *Psychological Bulletin*, 98(2), 219-235.
- Watson, D. & Vaidya, J. (2003). Mood measurement: Current status and future directions. In J. Schinha & W. Velicer, *Handbook of psychology: Research methods in psychology* (pp. 351-375). Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons.
- Waugh, N. C. & Norman, D. A. (1965). Primary memory. *Psychological review*, 72, 89-104.
- Werner, B. & Rothermund, K. (2013). Attention please: No affective priming effects in a valent/neutral-categorisation task. *Cognition and Emotion*, 27(1), 119-132.
- Westermann, R, Spies, K., Stahl, G. & Hesse, F. W. (1996). Relative effectiveness and validity of mood induction procedures: A meta-analysis. *European Journal of Social Psychology*, 26, 557-580).

- Wiley, J., Sanchez, C. A. & Jäger, A. J. (2014). The individual differences in working memory capacity principle in multimedia learning. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (pp. 615-636). Cambridge: Cambridge University Press.
- Wolff, P. & Gentner, D. (2011). Structure-mapping in metaphor comprehension. *Cognitive Science*, 35, 1456-1488.
- Wolfson, S. & Case, G. (2000). The effects of sound and color on responses to a computer game. *Interacting with Computers*, 13, 183-192.
- Wood, J. V, Saltzberg, J. A. & Goldsamt, L. A. (1990). Does affect induce self-focused attention? *Journal of Personality and Social Psychology*, 58, 899-908.
- Wylie, R. & Chi, M. T. H. (2014). The self-explanation principle in multimedia learning. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (pp. 413-432). New York, NY: Cambridge University Press.
- Yerkes, R. M. & Dodson, J. D. (1908). The relation of strength of stimulus to rapidity of habit-formation. *Journal of Comparative Neurology and Psychology*, 18(5), 459-482.
- Zimmerman, B. J. & Schunk, D. H. (Eds.). (2001). *Self-regulated learning and academic achievement: Theoretical perspectives*. Mahwah: Routledge.
- Zimmerman, B. J. (2008). Investigating self-regulation and motivation: Historical background, methodological developments, and future prospects. *American Educational Research Journal*, 45, 166-183.

10 Anhang

Publikation I – Emotional design in multimedia learning: An eye tracking study on the use of anthropomorphisms

Publikation II – Facilitators or suppressors: Effects of experimentally induced emotions on multimedia learning

Publikation III – Emotions in multimedia learning: The moderating role of learner characteristics

Publikation IV – Emotional text design in multimedia learning: A mixed-methods study using eye tracking