

Technologische Unterstützung der Wissensvermittlung in Vorlesungen

Informatische Entwicklung und empirische Erforschung der Wirkung und Wirksamkeit
digitaler Lernobjekte

Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades Doktor der Wirtschaftswissenschaften (Dr. rer. pol.)

der Fakultät III (Wirtschaftswissenschaften, Wirtschaftsinformatik und Wirtschaftsrecht)

Universität Siegen

vorgelegt von Fritjof Kollmann

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Problemstellung.....	1
1.2	Forschungsziele und Gliederung der Arbeit	2
2	Lehrform Vorlesung	6
2.1	Begriff der konventionellen Vorlesung.....	6
2.2	Lerntheoretische Grundlagen der Wissensvermittlung in der konventionellen Vorlesung.....	9
3	Wissensvermittlung durch Instruktion	14
3.1	Instruktionsmodelle und deren Umsetzung in Lernumgebungen	17
3.2	Untersuchungen zu instruktionalen Lernprozessen.....	23
4	Kritik an der konventionellen Vorlesung und Entwicklung von Forschungsfragen	28
5	Technologische Unterstützung als Lösungsansatz	32
5.1	Konzeptionelle Perspektive	32
5.2	Inhaltsorientierte Perspektive	42
5.3	Informatische Perspektive.....	46
5.3.1	Netzwerkarchitektur.....	46
5.3.2	Lernmanagement-Systeme	47
5.3.3	Digitale Lernobjekte	50
5.3.3.1	Grundbegriff	50
5.3.3.2	Elementare Komponenten	52
5.3.3.3	Standards und Spezifikationen	53
5.4	Empirische Perspektive	61
5.4.1	Abstimmungssysteme	61
5.4.2	Wahrnehmung.....	61
5.4.3	Engagement im Lernprozess	63
5.4.4	Einfluss auf die Prüfungsleistung.....	64

5.4.5	Zusammenfassung und Diskussion	67
5.5	Zusammenführung der Ergebnisse in einem fachdidaktischen Rahmenmodell.....	70
6	Informatische Entwicklung.....	73
6.1	Methodisches Vorgehen.....	73
6.2	Ergebnisse der Anforderungsanalyse	75
6.2.1	Durchführung digitaler Lernobjekte	75
6.2.2	Implementierung digitaler Lernobjekte	79
6.3	Systembeschreibung – MTED.....	80
6.3.1	Anwendungsumfeld und Entwicklungsziele	80
6.3.2	Allgemeine Systemarchitektur	82
6.3.3	Technische Spezifikationen der digitalen Lernobjekte.....	84
6.3.3.1	Basisstruktur	84
6.3.3.2	Teilkomponenten	85
6.3.4	Entwickelte Software-Komponenten	88
6.3.4.1	Entwicklungswerkzeug MTED Editor	88
6.3.4.2	Interpreter	91
6.3.4.3	MTED PowerPoint App	94
6.3.4.4	MTED Cube App zur Ausführung digitaler Lernobjekte.....	96
6.3.4.5	Plattform MTED Base	97
6.4	Zusammenfassung.....	99
7	Konzept einer empirischen Untersuchung und erste Ergebnisse	100
7.1	Grundlagen	100
7.1.1	Forschungsvorhaben	100
7.1.2	Methodische Grundlagen	102
7.1.3	Untersuchungsdesign	103
7.1.4	Klassifikation des Forschungsansatzes	106
7.2	Untersuchungskonstrukte	109
7.2.1	Konzentration	110

7.2.2	Motivation	111
7.2.3	Kognitive Aktivierung.....	114
7.2.4	Akzeptanz	117
7.3	Analyse der Untersuchungsgruppen	119
7.3.1	Anwesenheit.....	120
7.3.2	Merkmale und Einstellungen der Probanden.....	121
7.4	Vorgehen und Forschungsfragen	126
7.5	Analyse der Wissensvermittlung	128
7.5.1	Wissenserwerb	128
7.5.2	Konzentration	136
7.5.3	Motivation	140
7.5.4	Kognitive Aktivierung.....	147
7.5.5	Thematische Wahrnehmung	150
7.5.6	Zusammenfassung der Analysen zur Wissensvermittlung	152
7.6	Analyse der digitalen Lernobjekte	154
7.6.1	Beurteilungsfragen	154
7.6.2	Akzeptanz	159
7.7	Gesamteinschätzung der empirischen Untersuchung	162
8	Zusammenfassung	167
9	Fazit und offene Fragen.....	170
10	Literatur	172

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersicht über die Phasen des Forschungsprozesses	4
Abbildung 2: Rollenverteilung in der klassischen Vorlesung nach Apel (1999, 97)	7
Abbildung 3: Kontextualisierung übernommen aus Göth & Schwalbe (2012)	33
Abbildung 4: Mehrdimensionales Modell der Interaktivität nach Kollmann & Schuhen (2015)	36
Abbildung 5: Ein Modell zur Gestaltung von Feedback nach Hattie & Timperley (2007)	39
Abbildung 6: Netzwerkarchitekturen (übernommen aus Tanenbaum 2003, 18 ff.)	46
Abbildung 7: Infrastruktur und Komponenten von Lernmanagement-Systemen übernommen aus Schulmeister (2013)	49
Abbildung 8: Conceptual State Model des IEEE zur SCORM-Spezifikation	57
Abbildung 9: Grundlegende xAPI Struktur	58
Abbildung 10: Framework übernommen aus Tlhoaele et al. (2014) zur Untersuchung interaktiver Vorlesungen	65
Abbildung 11: Rahmenmodell zur Nutzung digitaler Lernobjekte in Vorlesungen (eigene Darstellung)	71
Abbildung 12: Aktivitätsdiagramm zur Durchführung digitaler Lernobjekte; Studierende (links), Dozierende (rechts)	78
Abbildung 13: Implementierung einer interaktiven Aufgabe	79
Abbildung 14: Flexibles Rollenkonzept im MTED System	81
Abbildung 15: MTED-Systemarchitektur	83
Abbildung 16: Teilkomponenten der XML-Struktur zur Formalisierung eines digitalen Lernobjektes. 86	
Abbildung 17: Teilkomponente Anwendungslogik in der MTED-XML-Struktur	87
Abbildung 18: Nutzung der XML-Repräsentation im MTED-Entwicklungswerkzeug	89
Abbildung 19: Visuelle Repräsentation des XML-Modells	90
Abbildung 20: Anwendungstemplate für einen funktionalen Baustein	92
Abbildung 21: Darstellung eines Zielsprachentemplates und des Ergebnisses des Interpreters	93
Abbildung 22: Prozess des MTED-Interpreters	94
Abbildung 23: Ersetzung und Parse-Algorithmus im MTED-Interpreter durch Nutzung von jQuery-Mobile-Anwendungstemplates (eigene Darstellung)	94
Abbildung 24: Einbindung eines MTED-Moduls über die PowerPoint-App	95
Abbildung 25: Persistente Speicherung der Sicht eines digitalen Lernobjektes in der Office-Anwendungsumgebung	95
Abbildung 26: Zentrale Sichten der App MTED Cube	96

Abbildung 27: Benutzeroberfläche der MTED-Base-Plattform	97
Abbildung 28: Möglichkeiten zur Einstellung des funktionalen Bausteins Planspiel	98
Abbildung 29: Allgemeiner Forschungsansatz zur Wirkung digitaler Lernobjekte (eigene Darstellung)	101
Abbildung 30: Schematischer Ablauf einer Vorlesungssitzung (eigene Darstellung)	105
Abbildung 31: Modell der Leistungsmotivation nach Schmidt-Atzert (2006, 226).....	112
Abbildung 32: Rubikonmodell der Handlungsphasen von Heckhausen und Gollwitzer (1987)	113
Abbildung 33: UTAUT-Modell nach Venkatesh et al. (2003).....	118
Abbildung 34: Teilnehmer an der empirischen Untersuchung (relativ).....	121
Abbildung 35: Präferierte Darstellungsformen der Vorlesung „Einführung in die BWL“	122
Abbildung 36: Präferierte Darstellungsformen der Vorlesung „Einführung in die BWL“	123
Abbildung 37: Einschätzung der Fähigkeiten in „Einführung in die BWL“	123
Abbildung 38: Einschätzung der Fähigkeiten in „Ökonomie im Unternehmen I“	124
Abbildung 39: Niveau der Vorlesung (Selbsteinschätzung der Studierenden)	125
Abbildung 40: Einstufung des eigenen Vorwissens.....	125
Abbildung 41: Wunsch nach Aktivierung in der Vorlesung.....	126
Abbildung 42: Triangulärer Auswertungsansatz zur Beurteilung der Wirkung und Wirksamkeit	127
Abbildung 43: Q-Q-Diagramme zur Prüfung der Normalverteilung im Pretest.....	130
Abbildung 44: Q-Q-Diagramme zur Prüfung der Normalverteilung im Posttest	131
Abbildung 45: Vergleich des Wissenserwerbs bei den schwächeren Studierenden in "Einführung in die BWL"	135
Abbildung 46: Analyse der Konzentrationsleistung in BWL in Sitzung_3 (oben) und zusätzlich Differenzierung nach Geschlecht (unten)	138
Abbildung 47: Vergleich der Motivation in "Einführung in die BWL"	142
Abbildung 48: Motivation in "Einführung in die BWL" differenziert nach Geschlechtern, männlich (oben)/weiblich (unten)	143
Abbildung 49: Vergleich zur Ausprägung der Motivation in der Sitzung 3 "Einführung in die BWL" .	145
Abbildung 50: Vergleich der Motivation in der Vorlesung "Ökonomie im Unternehmen I"	146
Abbildung 51: Thematische Wahrnehmung zur Vorlesung "Einführung in die BWL"	151
Abbildung 52: Thematische Wahrnehmung in der Vorlesung "Ökonomie im Unternehmen"	152
Abbildung 53: Beurteilung der der Unterstützung durch das Feedback in Sitzung 3 in "Einführung in die BWL"	157
Abbildung 54: Auswertung der Akzeptanz.....	161
Abbildung 55: Einzelauswertung zur Akzeptanz (sozialer Einfluss)	162
Abbildung 56: Gesamtübersicht über die Wirkung digitaler Lernobjekte	163

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten im Verlauf des Forschungsprojektes	5
Tabelle 2: Spezifische Gestaltungsmöglichkeiten einer Vorlesung, übernommen aus Baumgartner (2004, 289)	8
Tabelle 3: Lehrschritte nach Gagné (1965, 70 ff.)	16
Tabelle 4: Transaktionsklassen nach Merrill (1999).....	19
Tabelle 5: Anforderungen an die Wissensvermittlung in der konventionellen Vorlesung	30
Tabelle 6: Nutzung technologischer Unterstützung aus der Studie „Learn Now Lecture Later“ CDWG (2012)	31
Tabelle 7: Aufgabendimensionen (Zusammenfassung aus Niegemann et al. 2008 (312-320)).....	44
Tabelle 8: Kriterien für die Aufgabenqualität in konventionellen Vorlesungen	45
Tabelle 9: Übersicht über inhaltsspezifische E-Learning-Standardisierungsverfahren; ergänzte Fassung nach Niegemann et al. (2008)	54
Tabelle 10: Pädagogische Kategorie im Learning-Objects-Metadata-Standard (entnommen aus IEEE 1484.12.1-2002)	56
Tabelle 11: Datenformat der <i>statements</i> in der xAPI.....	59
Tabelle 12: Übersicht über die xAPI-Document-interfaces.....	60
Tabelle 13: Zeitplan der interaktiven Vorlesung im Forschungsdesign nach Tlhoaele et al. 2014	66
Tabelle 14: Ergebnisse des Pretests und Posttests in der Studie von Tlhoaele et al. 2014	66
Tabelle 15: Forschungsüberblick über Abstimmungssysteme (eigene Darstellung)	68
Tabelle 16: Forschungsphasen des informatischen Anforderungs- und Entwicklungsprozesses.....	74
Tabelle 17: Nichtfunktionale Anforderungen an die Durchführung digitaler Lernobjekte.....	77
Tabelle 18: Abschnitte (Knoten) der XML-Basisstruktur eines digitalen Lernobjektes (eigene Darstellung)	85
Tabelle 19: Einteilung der Vorlesungen im zeitlichen Untersuchungsverlauf	103
Tabelle 20: Übersicht über die fachwissenschaftlichen Themen der empirischen Untersuchung.....	104
Tabelle 21: Aufgabentypen der digitalen Lernobjekte in der Experimentalgruppe.....	104
Tabelle 22: Untersuchungsplan im Vergleich der Experimental- und Kontrollgruppen	105
Tabelle 23: Kombination der Untersuchungsvarianten nach Bortz & Döring (2016, 208)	107
Tabelle 24: Beurteilung der internen Validität durch mögliche Einflussfaktoren nach Bortz & Döring (2016, 100 ff.)	108
Tabelle 25: Beurteilung der externen Validität durch mögliche Einflussfaktoren nach Bortz & Döring (2016, 104)	109

Tabelle 26: Anforderungen an die Ermöglichung einer hohen Konzentrationsleistung in Vorlesungen	110
Tabelle 27: Item zur Untersuchung der Konzentration in der Vorlesung	110
Tabelle 28: Anforderungen zur Konzeption motivationaler Prozesse der Wissensvermittlung	112
Tabelle 29: Befragung nach der Motivationsquelle in der Experimentalgruppe	113
Tabelle 30: Items zum Rubikonmodell der Handlungsphasen	114
Tabelle 31: Anforderungen an die Konzeption kognitiv aktivierender Vorlesungen	115
Tabelle 32: Items zur Ermittlung der kognitiven Aktivierung in der Experimentalgruppe	116
Tabelle 33: Adaption der UTAUT-Items zur Messung der Akzeptanz digitaler Lernobjekten nach Venkatesh et al. (2003)	119
Tabelle 34: Anzahl der Teilnehmer an der empirischen Untersuchung	120
Tabelle 35: Durchschnittsalter und Geschlecht der Teilnehmenden	121
Tabelle 36: Items zur Erfassung des Konstrukts "Wunsch nach Aktivierung"	126
Tabelle 37: Reliabilitäten der Pretests im Bereich Vorwissen	129
Tabelle 38: Ergebnisse nichtparametrischer Testverfahren zur Normalverteilung im Pretest und Posttest	129
Tabelle 39: Itemstatistik zum Pre-Post-Wissenstest	132
Tabelle 40: t-Test-Gruppenstatistik zum Wissenserwerb	133
Tabelle 41: Abbildung des Wissenserwerbs in Niveaustufen in "Einführung in die BWL"	134
Tabelle 42: Angaben zur Konzentration im Vorlesungsverlauf	137
Tabelle 43: Ergebnisse des t-Tests zur Konzentration in "Einführung in die BWL"	138
Tabelle 44: Analyse der Motivation durch t-Test in "Einführung in die BWL"	141
Tabelle 45: Angaben zur Motivation in "Einführung in die BWL"	142
Tabelle 46: Motivationsquellen Sitzung 3 "Einführung in die BWL"	144
Tabelle 47: t-Test zum Konstrukt der kognitiven Aktivierung in der Vorlesung "Einführung in die BWL"	148
Tabelle 48: Vergleich der kognitiven Aktivierung der Untersuchungsgruppen in "Einführung in die BWL"	148
Tabelle 49: Itemstatistik zur kognitiven Aktivierung in der Vorlesung "Ökonomie im Unternehmen I"	149
Tabelle 50: Mittelwerte zur kognitiven Aktivierung in "Ökonomie im Unternehmen I"	149
Tabelle 51: Übersicht über die Untersuchungsergebnisse zu den Konstrukten	153
Tabelle 52: Items zur Beurteilung der digitalen Lernobjekte	154
Tabelle 53: Ergebnisse des t-Tests zu den Bewertungs-Items in "Einführung in die BWL"	155

Tabelle 54: Korrelationsanalyse in Sitzung 3 zwischen der Nutzung und dem Feedback des digitalen Lernobjektes	157
Tabelle 55: Ergebnisse des t-Tests zu den Bewertungs-Items in "Ökonomie im Unternehmen I"	158
Tabelle 56: Signifikant korrelative Zusammenhänge mit dem Feedback-Item in "Ökonomie im Unternehmen I"	159
Tabelle 57: Reliabilitätsanalyse zur Akzeptanzmessung	160
Durch die Ergebnisse kann die interne Konsistenz für alle Teilkonstrukte, bis auf das Konstrukt Ängstlichkeit, angenommen werden. Im Originalfragebogen nach Venkatesh et al. (2003) wurden für das Teilkonstrukt "Ängstlichkeit" vier Items verwendet, die aufgrund der zur Verfügung stehenden Zeit in der Untersuchungssitzung auf zwei Items gekürzt wurden (vgl. Tabelle 58). Basierend auf der Reliabilitätsprüfung wurden im nächsten Schritt die Items entsprechend ihrer inhaltlichen Intention gebündelt und eine bivariate Korrelationsprüfung zur Untersuchung der Effekte auf die beabsichtigte Nutzung vorgenommen.	160
Tabelle 59: Analyse des beabsichtigten Nutzens	160
Tabelle 60: Auswahl von Items zum Konstrukt der Akzeptanz	161

Abkürzungsverzeichnis

ADL	Advanced Distributed Learning
AICC	Aviation Industry Computer-Based Training Committee
AP	Activity Provider, Arbeitspaket in Kap. 6.1
API	Anwendungsprogrammierschnittstelle
BWL	Betriebswirtschaftslehre
CAM	Content Aggregation Model
CRUD	Create, Read, Update und Delete
DC	Dublin Core
Df	Freiheitsgrad
DIN	Deutsche Industrienorm
DL	Digitales Lernobjekt
DTD	Document Type Definition
EG	Experimentalgruppe
et al.	und andere
Etc.	et cetera
f.	folgende
H	Hypothese
HTML	Hypertext Markup Language
ID	Identifikator
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
LIP	Learner Information Package
QTI	Question & Test Interoperability
RDCEO	Reusable Definition of Competency or Educational Objective
ISO	International Organization for Standardization
ISO/IEC	Information technology – Security techniques – Information security management systems
JSON	JavaScript Object Notation
KA	Kognitive Aktivierung
Kap.	Kapitel
KG	Kontrollgruppe
LAMP	Linux, Apache, MySQL und PHP
LMS	Learning Management System
LOM	Learning Object Metadata

LRS	Learning Record Store
MVC	Model View Controller
MySQL	relationale Datenbankverwaltungssystem
N	die Größe der Grundgesamtheit
OAuth	Open Authentication
ÖKO	Ökonomie im Unternehmen
PHP	Hypertext Preprocessor
RTE	Run Time Environment
Scorm	Sharable Content Object Reference Model
SGML	Standard Generalized Markup Language
Sig.	Signifikanz
u. a.	unter anderem
US	Untersuchungssitzung
UTAUT	Unified Theory of Acceptance and Use of Technology
vgl.	vergleiche
WLAN	Wireless Local Area Network
xApi	Experience API
XML	Extensible Markup Language
XSLT	eXtensible Stylesheet Language Transformation
z. B.	Zum Beispiel

1 Einleitung

1.1 Problemstellung

Die Vorlesung ist die weltweit etablierte Lehrform an Hochschulen zur effizienten Vermittlung von Wissen und gleichzeitig in ihrer Kernfunktion Gegenstand existenzieller Kritik.

Aus bildungspolitischer Perspektive wird grundlegend hinterfragt, inwiefern durch die Art der Wissensvermittlung ein Wechsel von einer ausschließlichen Input-Steuerung zu einer verstärkten Berücksichtigung des Outputs stattfinden kann.

„Bologna zielte darauf ab, dass nicht nur gelehrt wird, sondern dass insbesondere darauf geachtet wird, was tatsächlich gelernt wird. In diesem Sinn heißt Kompetenzorientierung [...], sich systematisch zu vergewissern, ob die Studierenden das können, was sie nach Auffassung der Lehrenden können und beherrschen sollten, für das weitere Studium etwa oder für zukünftige Anwendungssituationen in Wissenschaft und Beruf“ (Prenzel 2015, 2).

Im Rahmen dieses Transformationsprozesses bezieht sich die Kritik insbesondere auf Prozesse der Wissensvermittlung, die als ausschließlicher Frontalunterricht ohne Anwendungsbezug interpretiert werden und die Bedingungen der Lernenden nicht berücksichtigen. Besonders die Vertreter konstruktivistischer Lerntheorien fordern in diesem Zusammenhang die Vermittlung von „intelligentem Wissen“ (Weinert 2000; Reinmann & Mandl 2004). Ein historischer Rückblick auf die Entwicklung der Vorlesung als Lehrform zeigt jedoch, dass diese Kritik bereits sehr früh ansetzt:

„... dagegen in der Regel der Professor seine Stunde lang seinen Spruch fortredet, ohne zu achten, ob irgend jemand ihm folge, ihn abbricht, da wo die Stunde schlägt, und ihn nicht eher wieder anknüpft, als bis abermals seine Stunde geschlagen. Es wird durch diese Lage des Schülers, in der es ihm unmöglich ist, in den Fluß der Rede seines Lehrers auf irgend eine Weise einzugreifen, und ihn nach seinem Bedürfnisse zum Stehen zu bringen, das leidende Hingeben als Regel eingeführt, der Trieb der eigenen Thätigkeit vernichtet, und so dem Jüngling sogar die Möglichkeit genommen, des zweiten Mittels der Belehrung, der Bücher, mit freithätiger Aufmerksamkeit sich zu bedienen“ (Fichte 1805, 84).

Fichte nennt in seiner Stellungnahme schon vor mehr als 200 Jahren Aspekte, die der aktuellen Kritik an dieser Lehrform entsprechen. Als zentrales Problem wird unter dem *leidenden Hingeben* die Passivität der Studierenden in Verbindung mit fehlenden Partizipations- und Eingriffsmöglichkeiten angesprochen. Werden Vorlesungen ausschließlich auf diese Weise durchgeführt, kommen legitime Forderungen nach einer grundlegenden Neukonzeption der Lehrform auf:

„Besteht sie [die Lehrform Vorlesung, Anmerkung d. Verf.] in der kritisierten Art des fortfließenden Vortrages, so ist das mündliche Dozieren an Universitäten jedoch nur eine Wiederholung des Buchwesens, allerdings mit noch schlechteren Mitteln, indem man beim Bücherlesen den rechten Zeitpunkt der Aufmerksamkeit aussuchen, bei unklaren Stellen stehenbleiben und nachdenken oder die Lektüre auf einen späteren Zeitpunkt vertagen kann. [...] Die Hochschulen als Lehranstalten müssten, wenn ihre Lehre solche Form annimmt und sie darüber hinaus nichts anderes zu bieten hätten, folgerichtig abgeschafft und die Lernwilligen an das effektivere Bücherstudium verwiesen werden“ (Gerten 2009, 444).

Diesbezüglich stellt sich die Frage, durch welche didaktischen Innovationen und Interventionen eine messbare Verbesserung der bestehenden Lehr-Lernsituation erzielt werden kann? Die Implementierung alternativer Lehrformen erscheint kurzfristig aus finanziellen und organisatorischen Gründen nicht umsetzbar, gleichzeitig deuten Untersuchungen (Kerres & Preußler 2013) angesichts steigender Studierendenzahlen auf eine zunehmende Bedeutung der Vorlesung hin.

Im Rahmen der existierenden Vorlesungen müssen folglich didaktische Möglichkeiten genutzt werden, um auf die bestehenden Probleme einer frontalen und überwiegend der Wissensvermittlung zugewendeten Lehrform zu reagieren.

Einen Vorschlag entwickelte schon Fichte (1805), der die Passivität und fehlenden Eingriffsmöglichkeiten in der Vorlesung kritisierte. Die umschriebene *Interaktivität* zwischen Studierenden und Lehrenden stellt somit eine didaktische Möglichkeit dar, den Prozess der Wissensvermittlung in Bezug auf seine Wirkung und Wirksamkeit systematisch zu analysieren.

1.2 Forschungsziele und Gliederung der Arbeit

Das Konstrukt der Interaktivität bietet vielfältige Möglichkeiten zur Veränderung von Lehr-Lernprozessen, die zum einen aus einer didaktischen Perspektive begründet und zum anderen aus einer informativen Perspektive implementiert werden können. Ein davon ausgehender interdisziplinärer Entwicklungsprozess muss zur Legitimierung intervenierender Maßnahmen eine theoretische

Fundierung und eine empirische Erprobung umfassen. Zur Umsetzung dieses Entwicklungspotenzials wird ein *triangulärer Forschungsansatz* gewählt, aus dem folgende Forschungsziele abgeleitet werden.

Didaktische Forschungsziele ergeben sich aus der systematischen Planung von Lernprozessen. Werden interaktive Phasen in Vorlesungen integriert, muss aus lernpsychologischer Perspektive erörtert werden, durch welche didaktischen Qualitäts- und Zieldimensionen (vgl. Kap. 7.2) von Lernprozessen das Konstrukt Interaktivität legitimiert werden kann. Aufgrund dieser theoretischen und empirischen Fundierung werden didaktische Entwicklungsziele definiert, deren technische Umsetzbarkeit die Grundlage der informatischen Forschungsziele darstellt.

Informatische Forschungsziele ergeben sich zum einen aus den Anforderungen der Nutzer und der Lernumgebung und zum anderen aus den Gegebenheiten der technischen Infrastruktur. Im weiteren Vorgehen wird in einem zyklischen Prozess ein technisches System entwickelt, durch das interaktive Phasen unmittelbar in Lernprozesse integriert werden können. Ausgehend von der Bereitstellung von Interaktivität stellt sich weitergehend die Frage, wie die gespeicherten Daten analysiert und so Rückmeldungen zum Lernprozessen ermöglicht werden können.

Empirische Forschungsziele basieren auf der Leitfrage, inwiefern die Wirkung und Wirksamkeit einer technologischen Unterstützung in Lernprozessen gemessen werden können. Die wissenschaftliche Grundlage dieses Forschungsprozesses stellt die empirische Unterrichtsforschung¹ dar, die besonders in den letzten Jahren durch systematische Beobachtungen im schulischen Bereich zur Erklärung von Zusammenhängen beiträgt (Klieme & Rakoczy 2008).

Ziel dieser Arbeit ist es, die Integration interaktiver Phasen in Vorlesungen didaktisch zu legitimieren, ein System zur Bereitstellung und Durchführung zu entwickeln und einen empirischen Nachweis zu den Effekten der interaktiven Phasen zu führen. In Abb. 1 werden die Phasen des Forschungsprozesses dargestellt.

¹ „Die systematische Beobachtung und Beschreibung der Interaktionsprozesse von Lehrern und Schülern sowie die Analyse ihres Zusammenhangs mit Schülermerkmalen (im Sinne von Lernvoraussetzungen, Lernstrategien und Lernergebnissen unterschiedlicher Art) und Lehrermerkmalen (z. B. pädagogischem Wissen und Expertise, aber auch Persönlichkeitsmerkmalen wie Enthusiasmus und Selbstwirksamkeit) soll hier als empirische Unterrichtsforschung verstanden werden“ (Klieme 2006, 765).

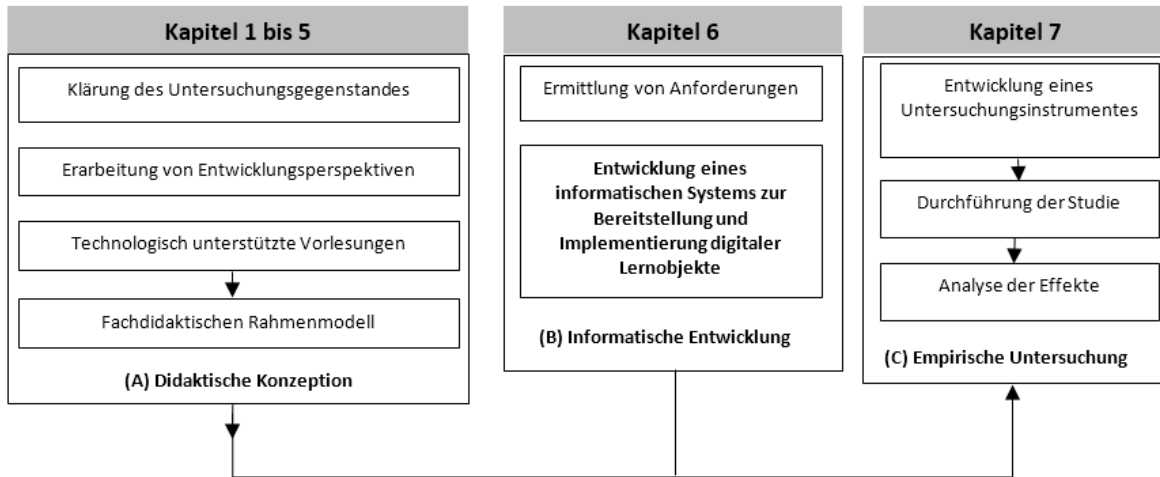


Abbildung 1: Übersicht über die Phasen des Forschungsprozesses

Phase A: Didaktische Konzeption

In der ersten Phase wird der Untersuchungsgegenstand der Vorlesung terminologisch spezifiziert. Ausgehend von einem normativen Begriffsverständnis der Lehrform Vorlesung wird die grundlegende Kritik aus Perspektive der modernen Lehr-Lernpsychologie dargelegt. Im Rahmen dieser Betrachtung werden Entwicklungsperspektiven erarbeitet, die als Grundlage für eine technologisch unterstützte Vorlesung dienen. Abschließend werden die Ergebnisse in einem Rahmenmodell zusammengefasst, um die Anforderungen an die Bereitstellung von technologisch unterstützten Phasen in Vorlesungen systematisch darzustellen.

Phase B: Informatische Entwicklung

Basierend auf dem Rahmenmodell wird eine Anforderungsanalyse durchgeführt, um die Eigenschaften und Funktionen zur Bereitstellung und Implementierung interaktiver Phasen zu erheben. Darauf aufbauend werden die Software-Komponenten erstellt und in einem zyklischen Prozess weiterentwickelt. Zusätzlich wird eine webbasierte Entwicklungsumgebung zur Erstellung digitaler Lernobjekte implementiert und mit der Zielgruppe evaluiert.

Phase C: Empirische Untersuchung

In dieser Phase werden die Effekte von digitalen Lernobjekten auf den Prozess der Wissensvermittlung in Vorlesungen untersucht. Dies erfolgt im Rahmen einer quasiexperimentellen Felduntersuchung (Pre-Posttest-Design) durch einen Vergleich von Experimental- und Kontrollgruppen.

Dazu wird im ersten Abschnitt ein Untersuchungsinstrument zur Messung der Effekte entwickelt. Gleichzeitig werden digitale Lernobjekte konstruiert und in Vorlesungen evaluiert. Auf Grundlage

empirischer Methoden erfolgt eine Auswertung der Effekte auf den Wissenserwerb und spezifische lernpsychologische Konstrukte. Neben der Ableitung erster Ergebnisse stellt die Entwicklung eines prototypischen Forschungsdesigns zur Untersuchung digitaler Lernobjekte in Vorlesungen das Hauptziel dieser Phase dar.

Aus dem Verlauf dieser Forschungsphasen resultieren nachfolgende Veröffentlichungen und zentrale informatische Entwicklungstätigkeiten (vgl. Tabelle 1).

Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten	2012	2013	2014	2015	2016
Informatische Entwicklungs- und Testphasen					
Implementierung einer prototypischen <i>webbasierten Plattform (Version 1)</i> und eines <i>MS-Office-2013-VB.net-Add-ins</i> und Testung in Lehrveranstaltungen an der Universität Siegen und Koblenz-Landau	X	X			
Überarbeitung der webbasierten Plattform und des <i>VB.net-Add-ins (Version 2)</i>		X	X		
Entwicklung eines <i>webbasierten Editors (MTED-Editor)</i> zur Erstellung digitaler Lernobjekte		X	X	X	
Entwicklung der <i>webbasierten Plattform (Version 3) MTED Base</i> und Entwicklung einer <i>Office-Store-App²</i>				X	X
Fachdidaktische Entwicklung und Evaluation					
Konzeption und Erstellung von digitalen Lernobjekten in der Chemie: Reaktionspfade (Universität Koblenz-Landau)	X	X			
Erstellung von digitalen Lernobjekten und eines Forschungsdesigns für die empirische Erhebung		X			
Erprobung der Software und der digitalen Lernobjekte in Seminaren	X	X	X	X	X
Durchführung einer empirischen Untersuchung in Vorlesungen		X	X		
Ausgesuchte Publikationen					
Differenzierung durch den Einsatz von mobilen Endgeräten am Beispiel Ökonomieunterricht (<i>DeLFI 2013</i>)		X			
Und die richtige Antwort ist ... Eine neue Software macht Smartphones oder Netbooks zu hochschuldidaktischen Werkzeugen für den Dialog zwischen Dozenten und Studenten. (Nachrichten aus der Chemie)			X		
Innovationen in der naturwissenschaftlichen Lehre Neue Wege der Wissensvermittlung im Bereich Chemie – Das MTED-Reaktionspfad-Modul (ESK 2014)			X		
Feedback zum Lernfortschritt der Studierenden während der Vorlesung (ZFHE 2015)				X	
Ausgesuchte Vorträge					
MTED ist ein Projekt zur Gestaltung, Analyse und Erprobung interaktiver Lehrveranstaltungen durch die Integration mobiler Endgeräte. (JFMH 2013)		X			
Using Mobile Devices to Integrate Economic Simulations in Teaching Approaches Based on Direct Instruction (SEA 2014)			X		
Studierende entwickeln interaktive Aufgaben zur Bereitstellung feedback-basierter Lernprozesse. (TU Braunschweig)				X	
Die Konstruktion interaktiver domänenspezifischer Übungen für universitäre Vorlesungen (DGHD 2015)				X	
Interaktive Aufgaben für elektronische Schulbücher (ESK 2015)				X	
MTED – Digitale Aufgaben in der Hochschullehre – Anforderungen, Konzeption, Implementierung und Evaluation. (FU Berlin)					X
Technological assistance in coping with economic models. (21st. AEEE)					X

Tabelle 1: Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten im Verlauf des Forschungsprojektes

² <https://store.office.com/de-de/app.aspx?assetid=WA104379474&sourcecorrid=82c91ba6-be84-4c4c-a3d8-937cad13d6ef&searchappos=0&ui=de-DE&rs=de-DE&ad=DE&appredirect=false>.

2 Lehrform Vorlesung

Der Untersuchungsgegenstand dieser Arbeit ist die Lehrform der Vorlesung, die in hochschulischen Lehr-Lernprozessen auf unterschiedlichste Weise umgesetzt wird. Die Einordnung der zu untersuchenden Vorlesungen in Kapitel 7 erfordert eine Begriffsbestimmung der Lehrform aus normativer und empirischer Perspektive. Erst durch eine Definition des Untersuchungsgegenstands der *konventionellen Vorlesung* können Modifikationen im Sinne von interaktiven Phasen systematisch eingeordnet und Vergleiche zu anderen Forschungsergebnissen ermöglicht werden.

2.1 Begriff der konventionellen Vorlesung

Die terminologische Bestimmung des Vorlesungsbegriffs anhand der klassischen Vorlesung (Apel 1999) oder der konventionellen Vorlesung (Mangold 2008) ermöglicht keine Eingrenzung des Untersuchungsgegenstandes der Vorlesung und lässt keine Aussagen über die Methodik eines spezifischen Lehr-Lernarrangements zu.

Diese unklare Begriffsbestimmung bedeutet für den universitären Lehrbetrieb, dass unterschiedliche didaktische Vorstellungen vom Begriff der Vorlesung existieren (Schweizer 2006, 146). Einerseits wird die innere Struktur der Vorlesungen als lerner-zentrierter seminaristischer Unterricht und andererseits als reiner Lehrervortrag interpretiert (Voss 2008). Ähnliches findet sich im angloamerikanischen Raum, indem beispielsweise von „standard lecture“, „regular lecture“ oder „traditional lecture“ gesprochen wird (Kennedy & Cutts 2005, 260).

Einen ersten Ansatzpunkt zum Begriff der konventionellen Vorlesung (vgl. Hochschulrektorenkonferenz 2005, 7) ermöglicht die Begriffsklärung nach Apel (1999, 96 f.), der diese als gegenstandszentrierten Lernumgebung bezeichnet. Innerhalb der Vorlesung beherrscht das Primat der Instruktion Aufbau und Ablauf der Lehr-Lernsituation, die mit einer „kognitivistisch gefärbten Auffassung vom Lernen“ (Apel 1999, 96) umschrieben wird. Reinmann-Rothmann und Mandl (1999, 8) ordnen Vorlesungen als Lehr-Lernprozesse ein, die sich eindeutig beschreiben und steuern lassen. Im Mittelpunkt dieses Begriffsverständnisses steht eine spezifische Rollenverteilung zwischen dem Lehrenden und den Studierenden:

„Struktur und Verlauf dieser Lehrform werden durch die Aktivität der Dozenten und die Rezeptivität der Studierenden bestimmt. Dabei bedeutet Rezeptivität immer ein Tätig-Sein, allerdings nur als Verfolgung einer vorgegebenen Denklinie, die verarbeitet und – so weit möglich – auf ihre Richtigkeit geprüft, möglicherweise auch in Frage gestellt werden soll“ (Apel 1999, 96 f.).

Apel ordnet die Vorlesung den direktiven Lehrformen zu, die primär durch die Rezeptivität der Lernenden geprägt sind und eine klar definierte Rollenverteilung aufweisen (vgl. Abb. 2).

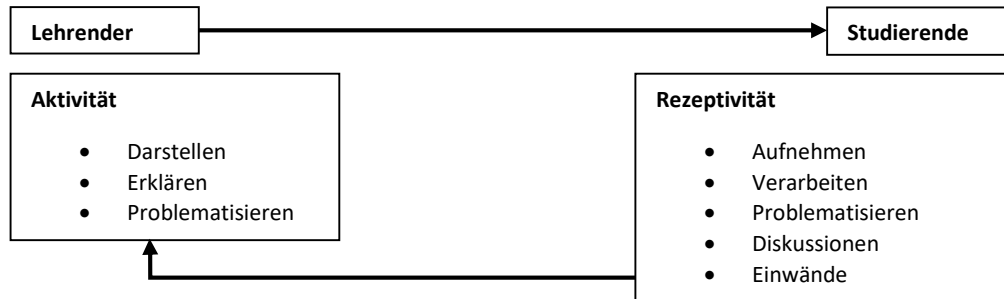


Abbildung 2: Rollenverteilung in der klassischen Vorlesung nach Apel (1999, 97)

In dieser Rollenverteilung übernimmt der Lehrende eine aktive Rolle und stellt den Teilnehmern der Vorlesung die ausgesuchten Inhalte auf Grundlage didaktischer Überlegungen bereit. Dabei finden sich die Studierenden in einer passiv-rezeptiven Rolle wieder, indem sie die übermittelten Informationen aufnehmen und verarbeiten. Eine vergleichbare Aufteilung wird auch von Baumgartner beschrieben, der eine Trennlinie (Baumgartner 2014, 289) zwischen aktiver Lehrperson und passiver Gruppe identifiziert. Die Aktivität der Lehrenden wird demnach durch das didaktische Prinzip der „personalen Wissensrepräsentation“ (Flehsig & Müller 1996, 234) charakterisiert, womit die subjektive Bereitstellung vernetzter Wissensstrukturen gemeint ist:

„Hierbei nehmen Lerner als Zuhörer und/oder Zuschauer an mündlichen und teilweise durch Medien unterstützten Informationsdarbietungen eines Redners teil, um sich Wissen und Wertvorstellungen anzueignen. [...] Das gesprochene Wort in Verbindung mit dem Hörverstehen des Lerners tragen den Prozess der Informationsverarbeitung über einen längeren Zeitraum“ (Flehsig & Müller 1996, 234).

Eine nähere Beschreibung der Rolle der Lernenden kann aus den spezifischen Gestaltungsmöglichkeiten³ der Vorlesung abgeleitet werden (vgl. Tabelle 2):

³ Zur weiteren Begriffsbestimmung der konventionellen Vorlesung wäre eine Analyse hilfreich, die zeigt, welche Gestaltungsmöglichkeiten (vgl. Tabelle 2) die innere Struktur der konventionellen Vorlesung am häufigsten prägen. Derartige repräsentative Studien liegen jedoch nicht vor.

Kapitel 2: Lehrform Vorlesung

Lehrform	Gestaltungsmöglichkeit	Umsetzung im Lehr-Lernprozess
Frontalvermittlung	frontalvermitteltes Lernen	Lernende eignen sich als Gruppe Wissen und Kenntnisse durch Aktivitäten an, die von der Lehrperson initiiert und gesteuert werden.
Erörterung	erörterndes Lernen	Eine Gruppe von Lernenden bespricht eine von einer Lehrperson initiierte Fragestellung unter deren Aufsicht und diskursiven Steuerung.
Lehraktivität	lehrimpulsaktiviertes Lernen	Eine Gruppe von Lernenden wird durch gezielte Impulse der Lehrperson zu Aktivitäten angeregt, die als ein wichtiges Gestaltungsmoment für den weiteren Unterrichtsverlauf benutzt werden.
Lehrdarbietung	lehrdarbietendes Lernen	Einer Gruppe von Lernenden werden (medial vermittelte) Inhalte von Lernhelfern/-innen präsentiert, damit sie einer kritischen Prüfung unterzogen werden können.
Lehrdarstellung	lehrdarstellendes Lernen	Einer Gruppe von Lernenden werden (medial vermittelte) Zusammenhänge von Lernhelfern/-innen vorgestellt, erläutert und erklärt.
Lehrdemonstration (Vorführung)	lehrdemonstrierendes Lernen	Eine Gruppe von Lernenden eignet sich Wissen an, indem sie die von einer Lehrperson vorgezeigten Situationen in ihrem Aufbau, ihrer Durchführung und vor allem bezüglich der Resultate mitverfolgen und beobachten.
Lehrgespräch	lehrgesprächsorientiertes Lernen	Lernende einer Gruppe werden durch gezielte Fragen der Lehrpersonen motiviert, ihr Vorwissen in die Situation so einzubringen, dass es zu einem wichtigen Gestaltungsmoment des Unterrichtsverlaufs wird.
Lehrvortrag	lehrvortragendes Lernen	Einer Gruppe von Lernenden werden in persönlicher Rede – u. U. medial unterstützt – Positionen und Erfahrungen der Lehrperson authentisch übermittelt.
Stillarbeit	beaufsichtigtes individuelles Lernen	Lernende bearbeiten unter Aufsicht von LernhelferInnen individuell und stillschweigend Lehrinhalte.

Tabelle 2: Spezifische Gestaltungsmöglichkeiten einer Vorlesung, übernommen aus Baumgartner (2004, 289)

Gemäß dieser Zuordnung dominieren Gestaltungsmöglichkeiten in konventionellen Vorlesungen, die keine selbstverantwortlichen und anwendungsbezogenen Lernprozesse integrieren. Lernen bedeutet in diesem Zusammenhang die Rezeption von deklarativem Wissen:

„The acquisition of information includes knowledge of principles and simple comprehension, in addition to knowledge of facts, terminology and concepts” (Bligh 1998, 7).

Die zentrale Funktion der Wissensvermittlung zeichnet sich laut der Hochschulrektorenkonferenz (2005) aber auch durch die subjektive Auswahl und durchdachte Vernetzung fachspezifischer Wissensstrukturen aus, wozu der Lernende eigenständig nicht in der Lage wäre. So wird durch eine multiperspektivische Darstellung in komplexe Zusammenhänge wissenschaftlichen Denkens effektiv eingeführt. Durch den Vortrag des Lehrenden wird eine thematische Übersicht vermittelt, die nicht nur kritische Positionen beinhaltet, sondern auch zu einer vertieften Reflexion motivieren kann. Gleichzeitig ermöglicht die Vorlesung auch Bezüge zu aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen und Denkprozessen des Lehrenden, zu denen es keine vergleichbaren Zugänge gibt (Apel 1999, 36 f.).

Zusammenfassend wurde die konventionelle Vorlesung durch die Ansätze von Apel, Flechsig und Baumgartner terminologisch bestimmt. Neben dem Rollenverständnis und den verschiedenen Möglichkeiten zur Gestaltung der inneren Struktur ist die Vermittlung von Wissensstrukturen das primäre Ziel der konventionellen Vorlesung. Um meine Modifikation des Wissenserwerbs durch eine technologische Unterstützung zu ermöglichen, muss in diesem Zusammenhang dargestellt werden,

- (1) wie der Wissenserwerb lerntheoretisch klassifiziert werden kann,
- (2) welche empirischen Erkenntnisse zum Wissenserwerb in Vorlesungen vorliegen und
- (3) durch welche lerntheoretischen Maßnahmen eine Veränderung des Lernprozesses in Vorlesungen erreicht werden kann.

2.2 Lerntheoretische Grundlagen der Wissensvermittlung in der konventionellen Vorlesung

Im Mittelpunkt konventioneller Vorlesungen steht die Funktion der Wissensvermittlung, womit nicht nur der Aufbau und die Veränderung von Wissensstrukturen gemeint ist, sondern auch, dass die Lernenden das erworbene Wissen aktiv anwenden und vernetzen können (Mandl 2004). Wissen ist demnach kein objektiver, transportierbarer Gegenstand, sondern das Ergebnis individueller Prozesse (Reinmann-Rothmeier & Mandl 1998, 457).

„Im Rahmen kognitiver Theorien wird Lernen als Aufbau kognitiver Strukturen in Interaktion mit der Umwelt verstanden. Die kognitive Struktur kann in einem weiten Verständnis als inneres Potenzial, als Repräsentation von Wissen definiert werden“ (Euler & Hahn 2007, 108).

Unterscheidung von Wissensarten

Zur theoretischen Differenzierung der Wissensrepräsentationen werden im fachdidaktischen Diskurs vier Wissensarten⁴ unterschieden:

- *Deklaratives Wissen* (domänenspezifisches Wissen, konzeptuelles Wissen) bezieht sich auf das Wissen über Sachverhalte, womit einzelne Fakten, aber auch komplexes Zusammenhangwissen gemeint sind (Renkl 2015, 4).
- Unter *prozeduralem Wissen* werden Verfahren und Prozeduren der Konstruktion, Verknüpfung und Anwendung deklarativen Wissens verstanden (Euler & Hahn 2007, 108).

⁴ Zu einer umfassenden Systematik von Wissensarten siehe de Jong & Ferguson-Hessler 1996; Alexander, Schallert & Hare 1991.

- *Strategisches Wissen* umfasst Heuristiken und Problemlösestrategien, die beispielsweise in ähnlichen, wiederkehrenden Problemkontexten angewendet werden.
- Unter *metakognitivem Wissen* (Hasselhorn 2010; Veenman, van Hout-Wolters & Afflerbach 2006) wird das Wissen über den Wissenserwerb und Wissen um den Sinn einer Lernstrategie verstanden. In diesem Kontext wird zwischen deklarativen und prozeduralen Aspekten unterschieden. Flavell (1979) fasst unter deklarativem Metawissen das Wissen über Personenmerkmale, Aufgaben und Strategien zusammen, während unter prozeduralem Metawissen das Planen des eigenen Vorgehens, das Überwachen der eigenen Problemlösung und das „remediale“ Regulieren verstanden wird.

Eine ähnliche Begriffsunterscheidung von Wissensarten findet sich bei Dörner (1976), der zwischen epistemischem Wissen (Wissen über Begriffe, Sachverhalte, Prozesse und Handlungsmöglichkeiten) und heuristischem Wissen (Wissen über Problemlösetechniken und Problemlösestrategien) unterscheidet (Leutner et al. 2010, 270).

Prozessmerkmale der Wissensvermittlung

Ausgehend von der theoretischen Unterscheidung der Wissensinhalte wird der Wissenserwerb prozessartig definiert. Nachfolgende Prozessmerkmale beschreiben Anforderungen an wissensvermittelnde Lernprozesse:

- *Aktivität der Lernenden*: Der Erwerb neuen Wissens ist nur über aktive Beteiligung der Lernenden möglich. Notwendige Bedingung sind das Interesse am Lernprozess und am Gegenstand des Wissenserwerbs.
- *Selbstverantwortliches Lernen*: Der Wissenserwerb unterliegt einer spezifischen Kontrolle durch den Lernenden. Das Ausmaß dieser Selbststeuerung und Selbstkontrolle ist je nach Lernsituation und Lernumgebung sehr unterschiedlich. Ein Wissenserwerb ohne Selbststeuerungsanteil ist nicht sinnvoll.
- *Konstruktiver Prozess*: Jeder Lern- und Wissenserwerbsprozess ist konstruktiv. Die verschiedenen Formen des Wissens können nur erworben und genutzt werden, wenn sie in bestehende Wissensstrukturen eingebaut und vor dem Hintergrund individueller Erfahrungen interpretiert werden.
- *Kontextueller Bezug*: Wissen weist jederzeit kontextuelle Bezüge auf. Der Erwerb von Wissen ist daher an einen spezifischen Kontext gebunden und somit situativ.
- *Sozialer Aushandlungsprozess*: Wissen ist nicht nur das Resultat eines individuellen Konstruktionsprozesses. Aus der Eingebundenheit des Einzelnen in eine Gemeinschaft ergibt sich, dass Wissen auch in sozialen Aushandlungsprozessen erworben wird.

Weitergehend wird der Wissenserwerb durch *Anwendungsmerkmale* beschrieben (Renkl 2015, 6). Unter dem Merkmal der *Vernetzung von Wissen* werden Wissensstrukturen verstanden, die durch eine systematische Strukturierung der Wissensarten die Voraussetzung für ein kompetentes und prinzipiengesteuertes Problemlösen erfüllen. Renkl verdeutlicht, dass für „effektives Problemlösen eine hierarchische, durch Schemata geordnete Wissensstruktur“ (Renkl 2015, 6) von Bedeutung ist.

„Schemata beinhalten die Erfahrungen in bestimmten, wiederholt vorkommenden (Problem-) Situationen in abstrahierter Weise (z. B. Dreisatzaufgaben). Sie stellen skelettartige Wissensstrukturen dar, die mit den Spezifika einer aktuellen Problemstellung angereichert werden, wenn die Person einem passenden Problemtyp begegnet“ (Renkl 2015, 5).

Funktionen der Vernetzung von Wissensstrukturen

Durch die Vernetzung über Wissensstrukturen sollen drei grundlegende Funktionen⁵ erfüllt werden (Brinda 2005, 180):

- *Orientierungsfunktion*: Wissen wird in einen größeren Zusammenhang gestellt. Lernende werden dadurch insbesondere in Phasen der Reflexion und Lernende und Lehrende bei der systematischen Bestandsaufnahme des Lernfortschritts unterstützt. Lehrende können erwartete und erreichte Lernerfolge vergleichen.
- *Organisationsfunktion*: Mögliche nächste Schritte im Lehr-Lernprozess werden dargestellt. Lehrende können dies zur flexiblen Unterrichtsplanung nutzen. Bekannte Voraussetzungen im Hinblick auf das Vorwissen der Lernenden werden berücksichtigt und unvorhergesehene Schwierigkeiten führen zur Verfeinerung der Wissensstruktur. Lernende können Wissensstrukturen für selbstständiges Lernen verwenden.
- *Diskussionsfunktion*: Didaktische Entscheidungen, die zu konkreten Lehr-Lernprozessen führen, werden sichtbar gemacht und damit für die Diskussion zugänglich. Durch eine geeignete Darstellung können Unterschiede und Gemeinsamkeiten verschiedener Zugänge erkennbar gemacht werden.

Funktionalität von Wissen

Darüber hinaus stellt die *Funktionalität von Wissen* im Rahmen dieser Forschungsarbeit ein zentrales Merkmal dar, dass nicht nur die historische Weiterentwicklung von Instruktionsmodellen (vgl. Kap. 3.1) begründet, sondern auch die Konzeption und Analyse von intervenierenden Maßnahmen (vgl. Kap. 7) in Vorlesungen legitimiert.

⁵ Entnommen aus Freischlad 2009, 42.

Primär wird unter der Funktionalität die Anwendbarkeit und Übertragbarkeit des Wissens auf spezifische Lernkontexte verstanden. Im aktuellen Forschungsdiskurs wird dieses Merkmal unter dem Begriff der *Kompetenzorientierung* diskutiert:

„... die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen (die willentliche Steuerung von Handlungen und Handlungsabsichten) und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, um die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können“ (Weinert 2001, 27 f.).

Nach Weinert wird mit dem Kompetenzbegriff eine mehrere Wissensarten umfassende Konzeption vorgeschlagen, bei der die Anwendung von kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten (u. a. deklaratives und prozedurales Wissen) in multiplen Kontexten in Bezug auf spezifische Probleme erfolgen soll. Gleichzeitig werden kognitive Lernprozesse nicht isoliert betrachtet, sondern stehen in direkter Verbindung mit motivationalen, sozialen und volitionalen Bereitschaften und Fähigkeiten. Ein ähnlicher Kompetenzansatz wird von Wollersheim (1993) vertreten, der bei einem Lernenden dann von der Fähigkeit der Situationsbewältigung ausgeht, „wenn die Erfordernisse der Situation mit dem individuellen Konglomerat von Fähigkeiten und Fertigkeiten eines Menschen zusammentreffen“ Wollersheim (1993, 89).

Lernumgebungen der Wissensvermittlung

Wird zusammenfassend die Vermittlung von Wissensinhalten unter Berücksichtigung von Prozess- und Anwendungsmerkmalen systematisch betrachtet, ergeben sich typische Lernumgebungen, die spezifische didaktische Ziele der Wissensvermittlung beinhalten. Unter Lernumgebungen wird das Arrangement von Methoden und Techniken, Lernmaterial und Medien einschließlich des soziokulturellen Kontextes und der aktuellen Lernsituation subsumiert (Mandl 2006, 615 f.). Zur Klassifizierung von Lernumgebungen werden drei Grundorientierungen unterschieden:

Systemorientierte Lernumgebungen (vgl. Kap. 3.1) inkludieren eine rezeptive Auffassung von Lernprozessen mit dem Ziel der Vermittlung von fertigen Systemen an Wissensbeständen. In external regulierten Lernprozessen wird vor allem deklaratives Wissen vermittelt, sodass sich die Rolle des Lernenden auf die Aufnahme und Weiterverarbeitung des Wissens beschränkt. Dagegen übernimmt der Lehrende durch die systematische Planung und Steuerung des Lernprozesses die zentrale Rolle. Bei systemorientierten Lernumgebungen wird von der Bedingung ausgegangen, dass das vorhandene Wissen eines Fachgebietes eine spezifische Struktur aufweist und zu Instruktion Zwecken entsprechend systematisch organisiert werden kann. Eine effektive Wissensvermittlung durch systemorientierte Lernumgebungen ist unter der Bedingung möglich, dass die Lernenden bereits

ein umfangreiches Vorwissen in einem Fachgebiet besitzen und Fertigkeiten zur selbständigen Anwendung neuen Wissens mitbringen. Nach Mandl & Reinmann-Rothmeier (2006) steht die konventionelle Vorlesung exemplarisch für eine systemorientierte Lernumgebung.

Durch *problemorientierte Lernumgebungen* werden flexibel anwendbares Wissen und Problemlösefähigkeiten vermittelt, was durch eine intensive und selbstverantwortliche Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand erfolgen soll. Bekannte Konzepte sind das entdeckende Lernen, Situated Cognition oder auch der Anchored-Instruction-Ansatz (Gerstenmaier & Mandl, 1995), in denen authentische Problemstellungen mit dem Ziel des Erwerbs von neuem Wissen und neuen Fertigkeiten explorativ bearbeitet werden. Um in diesem Zusammenhang eine Vielzahl von fachspezifischen und personenbezogenen Bedingungsvariablen berücksichtigen zu können, werden problemorientierte Methoden (Weyland & Schuhen 2015; Schlösser & Schuhen 2011), wie Fallstudien, Planspiele oder Simulationen, integriert. Die Einsatzmöglichkeiten problemorientierter Lernumgebungen ergeben sich aus den Merkmalen der Lernenden in Bezug auf ein Kontinuum zwischen instruktionaler Unterstützung und explorativem Vorgehen. Ein exploratives Vorgehen erscheint dann als effektiv, wenn die Lernenden über ein fortgeschrittenes Niveau des Wissenserwerbs verfügen. Problemorientierte Lernumgebungen mit deduktiven Vorgehen werden dagegen für Lernende ohne umfangreiches Vorwissen konzipiert, um einen motivationalen Einstieg in ein Wissensgebiet zu ermöglichen.

Durch *adaptive Lernumgebungen* werden den Lernenden individuelle Unterstützungsmöglichkeiten und Handlungsspielräume in komplexen Lernprozessen ermöglicht. Aus pädagogischer Perspektive werden diagnostische Funktionen in den Lernprozess integriert, sodass der Lernende auf einem optimalen Niveau unterstützt und gefördert wird. Insbesondere in großen Lerngruppen werden diese Lernumgebungen durch technologische Unterstützungen implementiert (z. B. intelligente tutorielle Systeme).

3 Wissensvermittlung durch Instruktion

In Bezug auf den definierten Untersuchungsgegenstand der konventionellen Vorlesung kann der Prozess der Wissensvermittlung weitergehend aus dem Blickwinkel der *Instruktionspsychologie* betrachtet werden. Dieser Forschungsbereich ermöglicht es zum einen, die Wissensvermittlung aus theoretischer und empirischer Perspektive zu erläutern, und zum anderen, die Konzeption technologisch unterstützter Lernszenarien zu legitimieren. Ein grundlegendes Anwendungsfeld der Instruktionspsychologie ist die Implementierung und Erforschung technologisch unterstützter Lernprozesse (Klauer & Leutner 2012, 268).

Die Instruktionspsychologie betrachtet die Psychologie des Lernens unter den Bedingungen des Lehrens im Zusammenhang mit zu diesem Zweck hergestellten Lehr-Lernsituationen (Leutner 2001). Insbesondere die Bedingungskomponenten von Lehr-Lernprozessen werden vertiefend betrachtet (Rost 2001, 267 ff.). Hasselhorn und Gold (2009) nennen nachfolgende zentrale Perspektiven:

- Lehren als Strategie oder Methode (als Mittel), um ein Lernziel zu erreichen,
- Lehren als Lernen-machen im Sinne einer individualisierten Unterrichtsoptimierung,
- Lehren als Bereitstellen von Lerngelegenheiten, um Lernen zu ermöglichen und
- Lernen durch Lehren (Hasselhorn & Gold 2009, 217).

Im Zentrum dieses psychologischen Forschungsfeldes steht der Begriff der *Instruktion*, anhand dessen Lehr-Lernprozesse systematisch über Instructional-Design-Modelle geplant werden.

„Der Begriff Instruktion bezieht sich auf Lehr-Lernprozesse, die explizit und institutionalisiert zum Zwecke des Lernens bzw. der Auslösung und Beeinflussung von Lernvorgängen hergestellt werden“ (Klauer & Leutner 2012, 268).

Nach Niegemann (2008) werden unter Instruktion nicht nur Lehr-Lernprozesse in schulischen Kontexten verstanden, sondern weitergehend auch allgemeine Lehr-Lernsituationen (Niegemann 2008, 19) in verschiedenen Umgebungen:

„Instruktion bezeichnet jedes systematische Arrangement von Umgebungsbedingungen, das geeignet ist, Kompetenzen zu fördern“ (Resnick 1987, 51).

Das Ziel der Instruktionspsychologie ist die systematische Erarbeitung von Wissensstrukturen und die Planung und Evaluation der darauf aufbauenden Lernprozesse, was als *Instruktionsdesign* bezeichnet wird.

„Im Prinzip legt der Instrukteur bei dieser Methode angemessene Lernziele fest; zerlegt den Unterrichtsstoff in kleine, überschaubare, aber sinnvolle Lerneinheiten, vermittelt oder generiert durch eine fragend-entwickelnde Dialogform das notwendige Wissen; stellt Fragen und Probleme unterschiedlicher Schwierigkeiten, so dass die Schüler sie bei entsprechender Anstrengung und Unterstützung mit hoher Wahrscheinlichkeit lösen können, er sorgt für ausreichende Übung, kontrolliert die individuellen Lernfortschritte und hilft bei der Überwindung von Lernschwierigkeiten“ (Weinert 1996, 30).

Die als Instruktionsdesign bezeichnete Planungswissenschaft beschäftigt sich mit der Entwicklung didaktisch fundierter Lernumgebungen und der zugehörigen Organisation von Lehr-Lernprozessen (Seel 1999, 4). Dadurch ergibt sich zum einen die Zielvorstellung, dass durch die spezifische Planung und Zerlegung von Wissensstrukturen eine Implementierung effektiver und effizienter Lernumgebungen ermöglicht werden kann (Dörr & Seel, 2014). Zweitens sollen durch das Instruktionsdesign „wissenschaftlich fundierte Hilfestellungen für die Entwicklung von zweckdienlichen Lernumgebungen in konkreten Anwendungssituationen“ (Schnotz 2011, 129) integriert werden. Der typische Planungsprozess eines instruktionalen Lernprozesses (Seel 1999, 6) wird durch die fünf Phasen des ADDIE-Modells⁶ schematisch zusammengefasst. In diesem basiert das Instruktionsdesign in der ersten Phase auf einer lernpsychologischen und fachdidaktischen Analyse und den Bedingungen der Lernumgebung. In Bezug auf die Lernenden gehören hierzu u. a. die inhaltspezifische Motivation, das fachliche Vorwissen und der individuelle Status im aktuellen Lernprozess, wodurch eine allgemeine Lehr-Lernstrategie und eine Strukturierung der Lerninhalte ermöglicht werden. Im Rahmen von technologisch unterstützten Instruktionen werden in der Analyse-Phase zusätzlich technische Voraussetzungen sowie für das Vorhaben benötigte Kompetenzen und Ressourcen ermittelt. In der Design-Phase findet eine Neukonzeption oder ein Rückgriff auf ein bestehendes *Instruktionsmodell* statt, sodass durch die Ergebnisse aus der Analyse-Phase systematisch Ziele, Bedingungen und ziel erreichende Mittel und Instrumente (Seel 1999, 6) im Kontext des geplanten Lernprozesses vernetzt werden. In der Entwicklungsphase wird der Lernprozess inhaltlich konkretisiert, wozu beispielweise die Auswahl geeigneter Lern- und Leistungsaufgaben zählt. Hinzu kommt die Auswahl und Anschaffung geeigneter Materialien und Medien. In der nachfolgenden Implementierungsphase erfolgt nicht nur eine technologische Umsetzung, sondern auch die Berücksichtigung der didaktischen Rahmenbedingungen, womit z. B. organisatorische und ökonomische Bedingungen gemeint sind. Begleitend finden zu allen Phasen Evaluationen statt, die in Bezug auf die Lernprozesse als summative oder formative Evaluationen durchgeführt werden. Rückmeldungen zum Prozess des

⁶ ADDIE steht für Analysis, Design, Development, Implementation und Evaluation.

Instruktionsdesigns erfolgen dagegen über Evaluationsstudien oder Testdurchführungen in der entsprechenden Zielgruppe.

Ausgehend von diesem phasenbasierten Prozess des Instruktionsdesigns nennt Gagné (1965, 70 ff.) acht Lehrschrirte (*events of instruction*) zur konkreten Planung instruktionaler Lernprozesse:

Lehrschritt	Umsetzungsmöglichkeiten in Lernprozessen
Aufmerksamkeit gewinnen (RECEPTION)	Nutzung kontroverser und problemorientierter Aufgabenstellungen und Leitfragen; Nutzung von Analogien und Dilemma-Situationen; Nutzung typischer Impulselemente
Über Ziele der Instruktion informieren (EXPECTANCY)	Informieren über Lernziele, Bewertungskriterien und Bewertungsverfahren; strukturierte Vorstellung der Lerninhalte und des Lernprozesses; Selbstkontrolle des Lernprozesses ermöglichen
Vorwissen aktivieren (RETRIEVAL)	Rückbezüge zu den bisherigen Lernschritten herstellen; Erläuterung und Vernetzung von Vorwissen und den neuen Wissensinhalten
Darstellung von Lehrinhalten (SELECTIVE PERCEPTION)	Nutzung verschiedener Repräsentationsformen und Möglichkeiten zur medialen Präsentation; Berücksichtigung der individuellen Lernpräferenzen bei der Darstellung der Inhalte
Lernen anleiten (SEMANTIC ENCODING)	Bereitstellung von instruktionaler Unterstützung, Rückmeldungen und Schemata zur Bearbeitung von Aufgaben; Nutzung von Fallstudien, Visualisierungen und Beispiele aus der Realität
Anwenden lassen (RESPONDING)	Bearbeitung von Lern- und Leistungsaufgaben unter Berücksichtigung vielfältiger Methoden; zum Beispiel Implementierung von Abstimmungsfragen, Diskussionsrunden oder Fallbeispielen; Nutzung von Kontroll- und Diskussionsfragen zur Selbstüberprüfung der Lernstrategie
Informative Rückmeldung (REINFORCEMENT)	Bereitstellung von Rückmeldungen und Prognosen zum individuellen Lernprozess (summatives und formatives Feedback); Learning Analytics durch Nutzung von aufgabenbezogenen und personenbezogenen Daten aus Lernprozessen; Nutzung von Diskussionen und „peer review feedback“
Leistung kontrollieren und beurteilen (RETRIEVAL)	Nutzung eines Pre-Posttest-Designs zur Ermittlung des Lernfortschrittes; Nutzung von begleitenden Kontrollfragen; Ermöglichung einer leistungsmäßigen Einordnung in die Lerngruppe über normative Leistungsindikatoren
Behalten und Transfer sichern (GENERALIZATION)	Zusammenfassung der gelernten Lerninhalte; Reflexion des Lernprozesses; Bereitstellung von Transferaufgaben und Vernetzung mit realen Problemstellungen ermöglichen

Tabelle 3: Lehrschrirte nach Gagné (1965, 70 ff.)

Basierend auf diesen Grundlagen des Instruktionsdesigns werden konkrete Interventionen durch *Instruktionsmodelle*⁷ als didaktischer Ansatz systematisiert.

3.1 Instruktionsmodelle und deren Umsetzung in Lernumgebungen

Instruktionsmodellen liegt die Annahme zugrunde, dass jede Form von Wissenserwerb systematisch zu planen, anzuleiten und von außen zu steuern ist (Reinmann-Rothmeier & Mandl, 2001; Reigeluth 1999). Ein ideales Anwendungsfeld für Instruktionsmodelle stellt die Vermittlung von Basisqualifikationen in hochstrukturierten Inhaltsbereichen dar, wozu beispielweise universitäre Grundlagenvorlesungen gehören. Bei den Instruktionsmodellen der ersten Generation handelte es sich um Modelle basierend auf behavioristischen Lerntheorien zur Beschreibung von Zielen, Lernaktivitäten und Organisationsstrukturen von Unterrichtsprozessen. Im weiteren Verlauf wurden Erkenntnisse der Lehr-Lernpsychologie genutzt, um mit Instruktionsmodellen der zweiten Generation detaillierte Analysen und Implementierungen von komplexen Unterrichtsgegenständen zu ermöglichen. Die konkreten Umsetzungen von Instruktionsmodellen reichen von ausschließlich frontalen Lernprozessen bis zur Implementierung offener und selbstgesteuerter Lernumgebungen (Tulodziecki 2000, 66; Merrill 2002).

Behaviorale Instruktionsmodelle

Im Rahmen *behavioraler Instruktionsmodelle* wird Lernen als Veränderung von Verhaltenswahrscheinlichkeiten verstanden. Skinner (1971) und Mager (1962) begründen Lehr-Lernziele über das beobachtbare Verhalten, wobei Vorkenntnisse und kognitive Prozesse keine Relevanz besitzen. Basierend auf diesem Ansatz werden nur Verhaltensweisen untersucht, die durch Beobachtungen zugänglich sind, sodass Lernprozesse über beobachtbare Reiz-Reaktionsketten erklärt werden. Zur Beeinflussung von Lernprozessen werden Verstärker systematisch betrachtet, die personenangemessen und unmittelbar erfolgen müssen. Lernen stellt in diesem Zusammenhang eine Verhaltensveränderung dar, die als Diskrepanz zwischen zwei Verhaltensweisen identifiziert werden kann. Das Ziel des Lernprozesses ist dann erreicht, wenn ein Verhalten häufiger gezeigt wird und wenn die Konsequenz des Verhaltens positiv ist (Euler & Hahn 2007, 100 ff.).

In der ersten Generation von Instruktionsmodellen wird Lernen durch äußere Manipulation initiiert, Lernprozesse werden sequenziert und Teilziele evaluiert. Exemplarisch kann das *Modell des kumu-*

⁷ Im wissenschaftlichen Diskurs werden die Bezeichnungen „Instruktionsdesign-Theorien“ und „Instruktionsdesign-Modellen“ inkonsistent verwendet. In dieser Arbeit wird zur Vereinheitlichung der Begriff „Modell“ verwendet.

lativen Lernens nach Gagné (1973) angeführt werden, das spezifische Arten von Lernprozessen hierarchisch abbildet. Kumulatives Lernen bedeutet, dass zum erfolgreichen Lernen eine entsprechende sequenzielle Bewältigung dieser Hierarchie durch den Lernenden erfolgen muss. Dazu werden die zu erwerbenden Fähigkeiten durch die fünf Lehrzielkategorien (sprachlich repräsentiertes Wissen, kognitive Fähigkeiten, kognitive Strategien, Einstellungen und motorische Fähigkeiten) systematisiert (Niegemann 2008, 23 f.). Ein weiteres Instruktionsmodell der ersten Generation stellt das *Mastery Learning* nach Bloom (1971) dar, das den Ansatz des kumulativen Lernens durch formative Leistungsüberprüfungen ergänzt. Bei der sequenziellen Bewältigung der Hierarchie besteht die Notwendigkeit, dass alle Lernschritte erfolgreich bewältigt wurden, bevor die nachfolgenden Schritte bearbeitet werden können. Dadurch können in Bezug auf die zuvor konstruierte Hierarchie diagnostische Maßnahmen getroffen werden, die die Lernenden bei der Bearbeitung einer spezifischen Stufe unterstützen.

Kognitivistische Instruktionsmodelle

Durch neuere lernpsychologische Erkenntnisse wurden die Instruktionsmodelle der ersten Generation wegen ihrer statischen und hierarchischen Abbildung von Wissensstrukturen und der hauptsächlichlichen Implementierung direkter Lehrformen kritisiert. Unter Berücksichtigung lernpsychologischer Erkenntnisse wurden in der zweiten Generation Instruktionsmodelle entwickelt, durch die individuelle Lernprozesse spezifisch berücksichtigt werden. Insbesondere das explorative und selbstgesteuerte Lernen und Möglichkeiten kooperativer und kollaborativer Lehrformen wurden integriert. Basierend auf kognitivistischen Lerntheorien werden bei den Instruktionsmodellen der zweiten Generation interne Prozesse, individuelle Bedingungen des Lernenden und externe Rahmenbedingungen stärker berücksichtigt. Lernen wird als Aufbau kognitiver Strukturen basierend auf *Interaktionen* mit der Umwelt verstanden:

„Lernen durch Einsicht meint den Prozess, bei dem eine Person ein Problem denkend umstrukturiert und neu organisiert und so Handlungsstrategien zu dessen Lösung herausfindet. Als Ergebnis dieses Prozesses zeigt sich häufig ein geändertes oder neuartiges Verhalten“ (Hobmair 1996, 173).

Die Grundvoraussetzung dieses Lernens ist, dass in den individuellen Interaktionen mit der Umwelt kognitive Konflikte und Widersprüche existieren, weil sonst kein Lernen stattfindet. Im fachdidaktischen Diskurs wird diese Bedingung durch die Phasen der Assimilation und der Akkomodation erörtert (Piaget 1975). In der Phase der Assimilation werden neue Erfahrungen, die der Lernende in der Interaktion mit der Umwelt erwirbt, in die bis dahin bereits aufgebauten kognitiven Strukturen aufgenommen. Werden in weiteren Interaktionen mit der Umwelt die Widersprüche zu groß,

wird die kognitive Struktur an die Erfahrungen angepasst. In dieser Phase der Assimilation werden neue Begriffe integriert und Handlungsschemata ausgebaut.

Zu den Instruktionsmodellen der kognitivistischen Lerntheorie gehört exemplarisch die *Instruction-Transaction-Theorie*, die historisch gesehen in enger Beziehung zur Entwicklung des *Computer-Based-Training* steht. Die Ziele sind u. a. die Entwicklung interaktiver Lernumgebungen, die Implementierung adaptiver Instruktionen und die Unterstützung durch Algorithmen bei der Bewältigung von Lernprozessen. Im Mittelpunkt stehen *instruktionale Transaktionen*, die alle notwendigen Interaktionen umfassen, um eine bestimmte Art von Wissen zu erwerben.

„[...] unter einer Transaktion wird eine wechselseitige, dynamische, in Real-Zeit ablaufende Interaktion mit Informationsaustausch zwischen einem Instruktionssystem und einem Lerner zur Erreichung eines Lernziels verstanden [...]“ (Issing 1997, 216).

Basierend auf einer umfassenden Wissensanalyse werden Lehrstrategien entwickelt, bei denen vier Typen von Wissensobjekten unterschieden werden. Dazu gehören *Entitäten*, durch die Objekte der realen Welt wie auch abstrakte Begriffe repräsentiert werden. *Eigenschaften* repräsentieren qualitative oder quantitative Merkmalsausprägungen der Entitäten, die wiederum durch *Aktivitäten* manipuliert werden können. *Prozesse* stehen für Ereignisse, die zu Veränderungen der Eigenschaften von Entitäten führen und durch Aktivitäten oder andere Prozesse beeinflusst werden. Merrill (1999) definiert insgesamt 13 Klassen von Transaktionen, die sich auf die Wissensobjekte beziehen:

Transaktion	Konkrete Aktivität
Identifizieren	Teile einer Entität erinnern und benennen
Ausführen	Schritte einer Aktivität erinnern und ausführen
Verstehen, Erklären	Erklären von Prozessen durch Gesetzmäßigkeiten (z. B. Naturgesetze)
Urteilen	Bewerten, Rangfolgen bilden
Klassifizieren	Sortieren von Objekten, Beispielen
Verallgemeinern	Klassen bilden, Gruppieren von Objekten, Beispielen
Entscheiden	Wahl zwischen Alternativen
Transfer	Übertragen auf neue Situationen
Ausbreiten	Erwerb von Fertigkeiten im Kontext des Erwerbs anderer Fertigkeiten; Generalisieren von Fertigkeiten
Analogien	Erwerb von Wissen oder Können in Bezug auf Aktivitäten, Ereignisse oder Aktivitäten anhand der Ähnlichkeit mit anderen Aktivitäten usw.
Ersetzen	Erweiterung einer bestimmten Aktivität, um eine andere Aktivität zu erlernen
Konzipieren	Eine neue Aktivität erfinden, einführen

Tabelle 4: Transaktionsklassen nach Merrill (1999)

Auf Grundlage dieser Systematik werden in der Instruction-Transaction-Theorie Begriffsnetze bestehend aus Prozessen, Entitäten, Aktivitäten und Transaktionen gebildet, um den Lernprozess schematisch zu planen und in programmiersprachliche Algorithmen zu übersetzen. Basierend auf diesen Begriffsnetzen werden explorative Lernvorgänge ermöglicht, wozu propädeutische Instruktionen, Demonstration von Vorgehensweisen, Handlungsunterstützung sowie Erklärungen exploratorischen Lernverhaltens zählen.

Konstruktivistische Instruktionsmodelle

Die Instruktionsmodelle der zweiten Generation wurden im weiteren Verlauf durch Modelle basierend auf *konstruktivistischen Lerntheorien* ergänzt. Im Mittelpunkt konstruktivistischer Annahmen beruht die Wahrnehmung vollständig auf der individuellen Konstruktion und Interpretation des Subjektes.

„Die Wirklichkeit ist demnach immer ein kognitiv konstruiertes Phänomen, welches für einzelne nur dann verbindlich wird, wenn andere die gleiche Wirklichkeitsauffassung teilen“ (Reinmann & Mandl 2006, 626).

In Abgrenzung zu den bisherigen Lerntheorien existiert beim Konstruktivismus kein objektives Wissen und damit *keine objektive Wissensübertragung*. Wissen wird nicht zwischen Subjekten transferiert, sondern die Subjekte konstruieren Wissen durch interaktive Austauschprozessen im Rahmen realer Problemstellungen und unter Berücksichtigung persönlicher Erfahrungen. In Bezug auf diese Anforderungen werden im *Vier-Komponenten-Instruktionsdesign-Modell (4C/ID)* nach Merriënboer und Dijkstra (1997) komplexe kognitive Fähigkeiten fokussiert, die aufgrund entsprechender fachspezifischer Expertise einen längerfristigen Lernprozess erfordern. Im Vordergrund des Modells steht die Vermittlung prozeduralen Wissens, während der reine Wissenserwerb diesem funktional untergeordnet ist (Niegemann et al. 2008, 39 ff.). Zur Planung von Lernprozessen werden insgesamt vier Ebenen beschrieben:

1. Zerlegung der zu vermittelnden Fähigkeiten in Teilfähigkeiten,
2. Analyse des Wissens, das notwendig ist, um die Teilfähigkeiten zu erlangen,
3. Auswahl von geeigneten Instruktionsmethoden für den Wissenserwerb und das Üben der Teilfähigkeiten und
4. Zusammenstellung einer Trainingsstrategie und Entwicklung der Lernumgebung.

In jeder der vier Ebenen sind wiederum vier Designkomponenten zu berücksichtigen, die sich auf Routine- und heuristische Fähigkeiten beziehen:

1. Wissenskompilierung: Analyse von Teilfähigkeiten, die wiederholt angewandt werden müssen und die wenig kognitive Ressourcen beanspruchen – also von Routinetätigkeiten,
2. Vorwissen/Voraussetzungen: Analyse des Wissens, das Voraussetzung für die routinemäßig auszuführenden Tätigkeiten ist,
3. Induktion: Analyse von Teilfähigkeiten, die sich auf nichtroutinemäßige Aufgaben beziehen – also heuristische Fähigkeiten,
4. Elaboration: Analyse des Wissens, das Voraussetzung für die nicht-routinisierbaren Fähigkeiten ist.

Das 4C/ID-Modell gilt gegenwärtig als zentrales Instruktionsmodell zur Vermittlung komplexer kognitiver Fähigkeiten, weil schon in der Entwicklungsphase von Lernumgebungen die Relationen (Vermittlung der unterschiedlichen Wissensarten, Entwurf von Teil-Übungsaufgaben, Entwurf ganzheitlicher Problemaufgaben) zwischen den einzelnen Komponenten berücksichtigt werden (Niegemann et al. 2008, 109 ff.). Während das 4C/ID-Modell einen generischen Ansatz zur Wissensvermittlung repräsentiert, sollen durch das *Anchored-Instruction-Modell* (Schwartz et al. 1999) die Aufmerksamkeits- und Wahrnehmungsprozesse primär auf eine spezifische Problemstellung fokussiert werden. Im Vordergrund steht ein narrativer Anker, durch den ein tiefes Verständnis der jeweiligen Fachdisziplin und die Förderung von Problemlösefähigkeiten sowie Kooperations- und Kommunikationsfähigkeit erreicht werden sollen. Ausgehend von diesen Zielvorstellungen (Niegemann et al. 2008, 27 f.) lassen sich exemplarisch nachfolgende Phasen ableiten:

1. *Vorausschau und rückblickende Reflexion*: Zur Initialisierung des Lernprozesses soll eine Anknüpfung an das Vorwissen und an bestehende Fähigkeiten und Fertigkeiten ermöglicht werden. Die Aufgabenstellungen und ihre Bearbeitung sollen auch Möglichkeiten für die Lernenden bieten, über sich selbst zu reflektieren und sich selbst zu bewerten.
2. *Konfrontation mit dem Einstiegsproblem*: Basierend auf einem Einstiegsproblem soll die Motivation für den nachfolgenden Lernprozess geweckt werden.
3. *Ideenproduktion*: In dieser Phase sollen Ideen zum Lerngegenstand aber auch zum Lernprozess entwickelt und reflektiert werden. Ein Austausch erfolgt in der Lerngruppe und mit dem Lehrenden, sodass diagnostische Rückmeldungen zum Lernprozess ermöglicht werden.

4. *Multiple Perspektiven*: Lernenden soll die Möglichkeit geboten werden, die Terminologie und die Denkweise von Experten kennenzulernen und ihre eigenen Ideen damit zu vergleichen.
5. *Recherchieren, explorieren und verbessern*: Durch die Nutzung verschiedener Informationsquellen auch innerhalb einer Lerngruppe erfolgt eine Revision der bestehenden Lernergebnisse.
6. *Selbsttest*: Durch Nutzung vielfältiger Testformen sollen die Lernenden ihren Leistungsstand überprüfen. Hierzu werden formative und summative Rückmeldungen zur Beurteilung und Exploration von Problemlösungsansätzen integriert.
7. *Öffentliche Darstellung*: Nach Kontrolle durch die vorherige Phase soll eine Präsentation der Arbeitsergebnisse ermöglicht werden.
8. *Fortschreitende Vertiefung*: Basierend auf den Arbeitsergebnissen werden neue Problemaufgaben genutzt, um den Lernzyklus erneut zu durchlaufen (ab Phase 2).
9. *Dokumentation*: Abschließend soll nicht nur eine Dokumentation der Arbeitsergebnisse, sondern auch der Arbeitsprozess dokumentiert werden.⁸

Das Anchored-Instruction-Modell stellt somit ein weiteres Instruktionsmodell zur Vermittlung komplexer Wissensstrukturen unter besonderer Berücksichtigung motivationaler Effekte dar. Ausgehend von den angeführten Instruktionsmodellen existiert eine Vielzahl weiterer Modelle in Bezug auf spezifische didaktische Fragestellungen (Niegemann 1998, 37). Exemplarisch gehören dazu mit der *Cognitive-Flexibility-Theorie* (Jacobson & Spiro, 1992) auch Instruktionsmodelle, durch die eine *Wissenskompartimentalisierung* und eine zu starke Vereinfachung schon in der Konzeption von Lernprozessen ausgeschlossen werden soll.⁹ Lernenden sollen so multiperspektivische Zugänge zu Domänen ermöglicht werden, die sich durch eine hohe Komplexität und Irregularität auszeichnen.

Die Replizierbarkeit und Nützlichkeit dieser Instruktionsmodelle zeigt sich jedoch erst in der konkreten Lernumgebung mit begleitender Lernprozessanalyse. Im Rahmen dieser Forschungsarbeit werden aus den Instruktionsmodellen normative Aussagen zur Konzeption und Implementierung von Lernprozessen abgeleitet. Ergänzend werden im nachfolgenden Kapitel weitere Anforderungen aus empirischer Perspektive zur Optimierung der konventionellen Vorlesung betrachtet.

⁸ Gekürzte Darstellung nach Niegemann et al. 2008, 27 f.

⁹ Um den Aufbau multipler und flexibel einsetzbarer Wissensstrukturen zu unterstützen, werden beispielsweise Konzepte wie das „Landscape Criss-Crossing“ (Spiro & Jehng 1990) implementiert. Demnach werden Problemstellungen unter verschiedenen Perspektiven, zu unterschiedlichen Zeiten, in veränderten Kontexten und unter anderen Zielsetzungen betrachtet (Spiro, Coulson, Feltovich & Anderson, 1988) und mit anderen Konzepten in Verbindung gebracht (Gerstenmaier & Mandl 1995).

3.2 Untersuchungen zu instruktionalen Lernprozessen

Obwohl eine Vielzahl theoretischer Instruktionsmodelle konzipiert wurde, gilt bis heute, dass Systeme des Instruktionsdesigns keine Verbreitung gefunden haben (Dick 1991, 43) und dass keine generischen Aussagen aus Untersuchungen vorliegen.

„It is fairly clear now that the resulting programs/theories have not had as much direct effect on education and training as could be desired“ (VanLehn 1992, 24).

Eine Klassifikation von Effekten und Ansätzen und eine Charakterisierung der theoretischen Annahmen sind deswegen nur auf einer sehr abstrakten Ebene möglich.

„Die Vielzahl dieser Modelle könnte man als Hinweis auf eine bislang unzureichende konzeptuelle Durchdringung des Problemfeldes werten. Teilweise verbergen sich hinter terminologischen Unterschieden gleiche oder ähnliche Grundkonzepte, teilweise werden konzeptuelle Unterschiede durch terminologische Gemeinsamkeiten verdeckt, so dass die verschiedenen Ansätze weder intern hinreichend homogen noch extern gegenüber angeblichen Alternativen hinreichend distinktiv sind“ (Schnotz et al. 2004, 125).

Die primäre Begründung liegt zum einen in der *instruktionalen Gestalt*, die von der Lernumgebung und den individuellen Merkmalen der Lernenden abhängig ist. Weitergehend wird eine Vergleichbarkeit von Untersuchungsergebnissen auch dadurch erschwert, dass Instruktionsmedien selbst keine lernpsychologischen Effekte aufweisen. In empirischen Untersuchungen kann nur der Frage nachgegangen werden, welche Art von instruktionaler Intervention sich mit einem bestimmten Instruktionsmedium realisieren lässt und welche Effekte (vgl. Kap. 7) bei den Lernenden identifiziert werden können (Klauer & Leutner 2012, 273). Erschwerend kommt hinzu, dass durch den technologischen Fortschritt die Ableitung generischer Anforderungen erschwert wird. Dennoch liegen Einzeluntersuchungen und Meta-Analysen zu Effekten von Instruktionen vor, die zur Erörterung und Legitimation instruktionaler Lernprozesse angeführt werden können.

Frühere Untersuchungen zum Einsatz von Instruktionsmodellen

Im Rahmen von Instruktionsmodellen wurden Vergleichsstudien durchgeführt, um Unterschiede zwischen den konventionellen Lernprozessen und technologisch unterstützten instruktionalen Lernprozessen zu identifizieren. Die Ergebnisse der ersten Vergleichsstudien (Fletcher & Atkinson 1972; Gage & Berliner 1986; Jamison, Suppes & Wells 1974) zeigen, dass durch den computer-basierten Einsatz konventionelle Lernprozesse besonders aus motivationaler und leistungsbezogener Perspektive unterstützt werden können.

Zu den grundlegenden Effekten zählt laut einer Meta-Analyse¹⁰ (Kulik et al. 1985; Kulik & Kulik 1991) mit 248 Einzelstudien, dass Lernen mit Instruktionsmedien weniger zeitaufwändig verläuft als Lernen mit lehrergesteuertem Unterricht und dass die Aufmerksamkeitsleistung der Lernenden auch längerfristig höher ist. Differenziert betrachtet resultieren aus 38 % (94 Studien) der Studien ein signifikant höheres Lernergebnis für den computergestützten Unterricht und aus 2 % (6 Studien) für den ausschließlich frontal gestalteten Unterricht. In 60 % gab es keinen signifikanten Unterschied. In 81 % (202 Studien) ergab sich eine nicht signifikant positive Differenz der Lernergebnisse zugunsten des computerunterstützten Unterrichts.

Insbesondere zur Lernwirksamkeit von Instruktionsmethoden konnte durch Studien (Brophy & Good 1986) nachgewiesen werden, dass direkte Instruktion im Vergleich zu anderen Lehrmethoden zu höheren Durchschnittsleistungen, zu stärkeren Leistungszuwächsen und zu besseren individuellen Lernergebnissen führt. Als entscheidende Faktoren für die Überlegenheit wurden angemessene Lernzielvorgaben, eine Maximierung der aktiven Lernzeit, individuelle Unterstützungen und gezielte Rückmeldungen identifiziert (Rosenshine & Berliner 1978). Zu vergleichbaren Ergebnissen kommt eine Meta-Analyse¹¹ von Höffler und Leutner (2007), die den Effekt auf den Wissenserwerb im Vergleich von dynamischer gegenüber nichtdynamischer Visualisierungen nachweisen konnte.

Als Bedingungsvariable muss bei den Effekten der Instruktionsmethoden jedoch das visuelle Vorstellungsvermögen (*spatial ability*) des Lernenden berücksichtigt werden. Der positive Einfluss der Interaktivität und der dynamischen Visualisierung auf den Lernprozess ist demnach von individuellen kognitiven Fähigkeiten abhängig. Vergleichbare Befunde zeigen, dass instruktionale Unterstützungen nur dann positive Effekte aufweisen, wenn sie mit einer adäquaten Unterstützung kombiniert werden (Mandl, Gruber & Renkl 2002).

Aktuelle Umsetzung von instruktionalen Lernprozessen

Ausgehend von den dargestellten Untersuchungen der vorwiegend systemorientierten Lernumgebungen befassen sich aktuellere Vergleichsstudien mit instruktionalen Lernprozessen, die aufgrund der technologischen Entwicklung einen höheren Interaktivitätsgrad aufweisen. In einer Meta-Analyse von Cook et al. (2012) wurden 289 Studien (> Jahr 2008) hinsichtlich möglicher Effekte hochinteraktiver Lernumgebungen im medizinischen Anwendungsbereich ausgewertet. Grundlegend wurde herausgefunden, dass durch technologisch unterstützte Instruktionen, z. B. Simulationen,

¹⁰ Die durchschnittlichen Effektstärken (Cohen 1988) betragen 0.3 bei einer Spannbreite von -1.20 bis 2.17.

¹¹ Höffler und Leutner (2007) untersuchten in ihrer Meta-Analyse Studien aus den Jahren 1973 bis 2003 zum Vergleich von dynamischer gegenüber nichtdynamischer Visualisierungen.

bessere Lernergebnisse erzielt werden können. Zusammengefasst ist festzustellen, dass sich geringe Effekte auf den Erwerb von Wissen ergeben, während auf den Erwerb von Fähigkeiten und Verhaltensweisen größere Effekte erzielt werden können (Cook et al. 2012, 317). Im Vergleich dazu wurden durch nicht-technologische Instruktionen, z. B. Vorlesungen, Kleingruppendiskussionen und Video-Training, in allen untersuchten Bereichen geringere Effekte nachgewiesen. Als Erklärung der signifikanten Unterschiede beim Erwerb von Fähigkeiten durch technologisch unterstützte Instruktionen nennen Cook et al. (2012) die Bereitstellung von individuellen Rückmeldungen, unterschiedliche kognitive Niveaus, kognitive Interaktivität, vernetzte praktische Anwendungsmöglichkeiten und individuelle und längere Übungsmöglichkeiten.

Ähnliche Ergebnisse zeigen sich auch bei Merchant et al. (2014), die Einflussfaktoren auf den Wissenserwerb im Rahmen von *virtual reality based instructions*¹² untersucht haben. Als zentrale Faktoren haben eine unmittelbare Leistungsbeurteilung und begleitende Rückmeldungen einen direkten Einfluss auf den Wissenserwerb und die längerfristige Behaltensleistung. In Bezug auf interaktive Lernumgebungen stellen Merchant et al. (2014) zudem fest, dass durch eine individuelle Auseinandersetzung mit dem Lernobjekt die Lernperformance höher ist als durch eine kollaborative Auseinandersetzung.¹³

Insgesamt werden durch die Studien positive Effekte durch technologisch unterstützte Instruktionen nachgewiesen, die von der konkreten Lernumgebung und den individuellen Lernermerkmalen der Untersuchungsgruppen abhängig sind.

„There is a high degree of variability between studies, suggesting that certain simulation interventions may be more effective in certain scenarios“ (Cook et al. 2012, 20).

Werden alle angeführten Untersuchungen zusammen betrachtet, zeigt sich die *technologisch unterstützte Interaktivität als Schlüsselkonzept* instruktionaler Lernprozesse.

Wahrnehmung von Interaktivität

Zu ähnlichen Ergebnissen (Fredericksen et al., 2001) kommt eine Untersuchung (n = 1.406) zur Wahrnehmung von Interaktivität in Bezug auf *Web-Based-Trainings*:

„Interaction with the teacher is the most significant contributor to perceived learning“ (Fredericksen et al. 2001, 2).

¹² Hierzu zählen: Spiele, Simulationen oder virtuelle Welten.

¹³ Die Autoren weisen darauf hin, dass zu diesem Effekt vertiefende Analysen fehlen.

Demnach gilt Interaktivität als signifikanter Faktor für die Wahrnehmung von Lernprozessen. Weitere Studien zum Bereich Interaktivität im Rahmen von *Web-Based-Instruction*-Anwendungen bestätigen diese Annahmen und weisen darauf hin, dass Interaktivität *individuell wahrgenommen und verarbeitet wird* (Palloff & Pratt 2002; Sun & Hsu 2012). In Bezug auf dieses Ergebnis konnte in Studien nachgewiesen werden (Northrup et al. 2002; Borsook & Higginbotham-Wheat 1991), dass mit zunehmender Interaktivität auch die Wahrnehmung von Interaktivität zunimmt. Die Autoren weisen darauf hin, dass Funktionen interaktiver Anwendungen zuerst von den Anwendern verstanden werden müssen und von den Lernenden unterschiedlich bewertet werden. Während Entwickler einer instruktionalen Lernanwendung den Grad der Interaktivität als gering klassifizierten, wurde dieser von den Anwendern als hochinteraktiv eingestuft (Sun & Hsu 2012, 357). Die Wahrnehmung von Interaktivität stellt somit einen zentralen Qualitätsfaktor (Sun & Hsu 2012, 358; Palloff & Pratt 2001, 6) von technologisch unterstützten Lernanwendungen dar:

„The posting of course material on a static website is most common at this point in time, and it is the form of online education that many refer to when they raise concerns about online learning. It is this form of online learning that is mistaken for online learning as a whole and has given it a ‘black eye’ due to the lack of interactivity.[...] When course delivery does not include any interactive component, we have to agree that quality will suffer“ (Palloff & Pratt 2001, 6).

Zusammenhang zwischen Lernergebnis und Interaktivität

Ausgehend von den Ergebnissen zur individuellen Wahrnehmung weisen andere Studien auf einem Zusammenhang zwischen Lernergebnis und Interaktivität hin. Hake (1998) stellte beim Vergleich (n = 6.542) von interaktiven und traditionellen Methoden fest, dass durch den Einsatz interaktiver Methoden bessere Ergebnisse in der Problemlösefähigkeit, dem konzeptuellen Wissen und in fachspezifischen Tests erreicht wurden. Hattie (1999) nennt in diesem Zusammenhang spezifische Rückmeldungen zum Inhalt und zur Bearbeitung einer Aufgabe als notwendige Bedingungen zur Gestaltung effektiver feedback-gestützter Lehr-Lernprozesse. Dies gilt insbesondere für technologisch unterstütztes Feedback als Komponente von Interaktivität:

„A more detailed synthesis of 74 meta-analyses in Hattie’s (1999) database that included some information about feedback [...] demonstrated that the most effective forms of feedback provide cues or reinforcement to learners; are in the form of video-, audio-, or computer-assisted instructional feedback; and/or relate to goals“ (Hattie & Timperley 2007, 84).

Zusammenfassend können aus empirischer Perspektive positive Effekte im Bereich der Wirkung und Wirksamkeit instruktionaler Lernprozesse durch das Schlüsselkonzept der technologisch unterstützten Interaktivität erklärt werden. Dagegen lassen sich keine generischen Aussagen aus Instruktionsmodellen ableiten. Ausgehend von der Vielfalt instruktionaler Ansätze zeigt sich ein ähnliches Bild bei der Deutung der empirischen Untersuchungen. Zur spezifischen Auswertung fehlen in den Untersuchungen ausreichend statistische Informationen, um eine Berechnung von Effektstärken zu ermöglichen (Merchant et al. 2014):

„However, one of the limitations of this study is that we could not analyze the interaction effects of feedback and type of learning tasks for games and virtual worlds because lack of sufficient information. [...] Future studies can be designed to test more design variables and interesting interaction effects of design features to further inform about the design of virtual learning environments“ (Merchant et al. 2004, 22).

Zudem fehlen Untersuchungen zu spezifischen Effekten von technologisch unterstützten interaktiven Lernprozessen. Demnach ist zu klären, inwiefern Interaktivität als Schlüsselkonzept zur Veränderung der Wissensvermittlung in konventionellen Vorlesungen eingesetzt und systematisch evaluiert werden kann.

4 Kritik an der konventionellen Vorlesung und Entwicklung von Forschungsfragen

Aus einer deutschlandweite Analyse von Kerres & Preußler (2013) resultiert, dass die Vorlesung einen großen Teil der Lehrveranstaltungen an deutschen Hochschulen ausmacht und rein quantitativ an Bedeutung gewonnen hat (Kerres & Preußler 2013). Die Autoren erklären diese Entwicklung damit, dass die Vorlesung als ideales Format gilt, um die zunehmende Anzahl von Studierenden zu bewältigen (Kerres & Preußler 2013, 2). Fachübergreifend liegt der Anteil der Vorlesungen im Vergleich zu anderen Lehrformen zwischen 40,6 % und 50,5 %. Die Vorlesung stellt somit die zentrale hochschuldidaktische Lehrform dar, der aufgrund lernpsychologischer Erkenntnisse umfassende Kritik entgegensteht. Werden auch für direktive Lehrformen konstruktivistische Anforderungen berücksichtigt, ergeben sich drei Hauptkritikpunkte an konventionellen Vorlesungen:

Vermittlung von Wissen ohne Anwendungsbezug

Direktive Lehrformen müssen die eigenständige Konstruktion von Wissen, aktives und situatives Lernen sowie selbstgesteuertes und unterstütztes Lernen berücksichtigen (Möller 2001, 20). Diese Anforderungen stehen im Widerspruch zum instruktionalen Ansatz der effizienten Wissensvermittlung. Nach Mandl (2010, 22) führt jedoch die alleinige Rezeption vorgetragener Inhalte zu einer Menge von Wissen, das in konkreten Situationen nicht angewendet werden kann. Auch Schaper et al. (2012) verdeutlicht als grundlegendes Problem der lehr- und inhaltsorientierten Instruktionsansätze, dass durch die kognitivistisch geprägten Instruktionen *träges Wissen* erzeugt wird (Gruber, Mandl & Renkl 1999). Es besteht die Notwendigkeit, dass von individuellem Vorwissen, von persönlichen Überzeugungssystemen und Einstellungen sowie konkreten (problemorientierten) Aufgaben ausgegangen werden muss, um zum erfolgreichen selbstständigen Lernen anzuregen (Mandl et al. 1994).

Fehlende Informationen zur Effizienz der Wissensvermittlung

Im Rahmen eines unidirektionalen Kommunikationsprozesses in Vorlesungen fehlen den Lehrenden und den Lernenden Informationen über die Effizienz der Wissensvermittlung. Grundlegende diagnostische Funktionen zur Analyse des Lernprozesses können so nicht vorgenommen werden. Unmittelbare und begleitende Rückmeldungen sind ein entscheidender Faktor bei der Gestaltung individueller Lernprozesse.

Fehlende Aktivierung und Partizipationsmöglichkeiten

In Bezug auf konstruktivistische Annahmen findet Lernen nur unter aktiver Beteiligung der Lernenden statt, wozu u. a. Prozesse der intrinsischen Motivation, strategische Beobachtungen oder kritische Auseinandersetzungen mit den Lerninhalten gehören (Graffam 2007; Dyson 2008, 266). Die verschiedenen Formen des Wissens (vgl. Kap. 2.2) können nur erworben und letztendlich auch genutzt werden, wenn sie in bestehende Wissensstrukturen eingebaut und vor dem Hintergrund individueller Erfahrungen interpretiert werden. Daraus folgt insbesondere für Vorlesungen ohne begleitende Anwendungsmöglichkeiten (Übungen, Tutorien usw.), dass Angebote zur aktiven Auseinandersetzung in die Vorlesungssitzung selbst integriert werden müssen.

Im Kontext dieser Hauptkritikpunkte ergeben sich vielfältige Anforderungen zur Gestaltung der konventionellen Vorlesung, die nachfolgend durch die bereits beschriebenen lernpsychologischen Erkenntnissen und Merkmalen der Wissensvermittlung zusammengefasst werden:

Wissenserwerb als ...	Merkmale	Umsetzung in der Vorlesung
aktiver Prozess	Lernen wird als aktiver Konstruktionsprozess beschrieben, bei dem die aktive Interaktion des Lernenden im Mittelpunkt steht (z. B. die Teilnahme an Problemlöseprozessen). Die aktive mentale Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand ist entscheidend für die Effektivität des Wissenserwerbes und nicht alleine die sichtbare Aktivität.	<ul style="list-style-type: none"> - Bereitstellung technologisch unterstützter Übungsmöglichkeiten (Renkl 2009, 7) - Berücksichtigung der individuellen Lernermerkmale und Aktivierung des Vorwissens - Integration von bestehenden Interessen zur Förderung der Intentionalität
selbstgesteuerter Prozess	Lernprozesse mit einem hohen Selbstbestimmungsanteil und geringer externer Regulierung	<ul style="list-style-type: none"> - Die Unterstützung des metakognitiven Wissens der Lernenden, die durch die Bereitstellung von unmittelbaren Rückmeldungen zum individuellen Lernprozess ermöglicht wird. - Strategie der prozessorientierten Lehre, bei der der Lehrende seine lernsteuernden Aktivitäten allmählich zurücknimmt und der Lernende mit der Zeit die Rolle des sich selbst Lehrenden übernimmt.
konstruktiver Prozess	Das Wissen wird von den Lernenden aktiv in einem bestimmten Handlungskontext konstruiert. Entscheidend für den konstruktiven Prozess des Wissenserwerbs sind die bereits bestehenden Wissensstrukturen.	<ul style="list-style-type: none"> - Nach Knuth und Cunningham (1993) sollen Lernumgebungen so arrangiert werden, dass die Lernenden die Konstruiertheit des Wissens erfahren und die Struktur des Lerngegenstandes multiperspektivisch wahrnehmen. - Zur Umsetzung dieser Anforderung sind authentische Kontexte notwendig, die eine aktive Auseinandersetzung von dem Wissen ermöglichen. Insbesondere muss das individuelle Vorwissen der Lernenden in den Konstruktionsprozess miteinbezogen werden. - Vosniadou et al. (2001) schlägt in diesem Zusammenhang den Einsatz von Mikrowelten vor, mit denen die Lernenden eigene Erfahrungen sammeln und Wissen aktiv anwenden können.
situativer Prozess	Im Rahmen der Kontextualisierung erfahren die Lernenden die Anwendungsbedingungen des Wissens.	<ul style="list-style-type: none"> - Bereitstellung authentischer und komplexer Aufgabenstellungen

		- Bereitstellung von technologisch unterstützten Tools, Simulationen und Mikrowelten
sozialer Prozess	Umsetzung kooperativer Lernprozesse und die Bereitstellung von Interaktivität zwischen den Lernenden	- Ermöglichung gemeinsamer Denk- und Problemlöseprozesse und des sozialen Austauschs. - Nutzung vielfältiger Methoden zum Austausch von Informationen und Reflexion der eigenen Position

Tabelle 5: Anforderungen an die Wissensvermittlung in der konventionellen Vorlesung

Aus theoretischer Perspektive liegen somit umfassende Umsetzungshinweise zur Veränderung der Wissensvermittlung vor.

Weitergehend stellt sich jedoch die Frage, wie die Lehrenden und Lernenden diese theoretischen Kritikpunkte bewerten. In einer Untersuchung von Venkatesh et al. (2012) wurden in Kanada Lehrende (n = 2.640) und Studierende (n = 15.000) u. a. zu ihren Präferenzen bei der Durchführung von Vorlesungen befragt. Grundsätzlich zeigt sich, dass die Befragten Elemente einer konventionellen Vorlesung präferieren:

„Students are old school – they want lectures. They want to listen to a professor who’s engaging, who’s intellectually stimulating and who delivers the content to them“ (Venkatesh et al. 2012).

Basierend auf den Untersuchungsergebnissen wird ein Widerspruch deutlich zwischen den Präferenzen der Studierenden und der Lehrenden (Venkatesh et al. 2012). Die Lehrenden gehen davon aus, dass die Studierenden den Lernprozess positiver wahrnehmen, wenn der Lernprozess interaktiv und diskussionsorientiert stattfindet. Dagegen legen die Studierenden Wert auf eine ansprechende und aktivierende Gestaltung der Vorlesung. In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, mit welcher Art von Interaktivität die Studierenden vertraut sind und inwiefern generische Aussagen zu interaktiven Lernprozessen in Vorlesungen möglich sind. Die Nutzung interaktiver Anwendungen zeigt sich auch in einer Studie (n = 78) von Roopa (2013), in der 92 % der Befragten eine interaktive Vorlesung der konventionellen Vorlesung vorziehen. In den untersuchten Vorlesungen wurden Textverarbeitungs- und Präsentationsprogramme, Statistikanwendungen, Computerspiele oder Simulationen als Anwendungsmöglichkeiten in den Lernprozess integriert. In Bezug auf diese digitalen Anwendungsfälle wurden Studierende (n = 1.015) zu ihren Präferenzen beim Einsatz von Technologien in der Untersuchung *Learn Now Lecture Later CDWG* (2012) befragt. Studierende und Lehrende aus dem hochschulischen Bereich präferierten vermehrt die Bereitstellung von Vorlesungsaufnahmen, den Einsatz von Laptops und die Bereitstellung von digitalen Materialien:

Technologie	Nutzung Studierende	Nutzung Lehrpersonal
Laptop/Netbook	75 %	72 %
Digitale Inhalte/Materialien	69 %	73 %
Lern-Management-System	56 %	58 %
Smartphone	50 %	36 %
Abstimmungssysteme	43 %	24 %
Aufzeichnungen zur Vorlesung	41 %	35 %
Blogs	37 %	27 %
Videokommunikation	33 %	31 %
Tablet	26 %	34 %
E-Reader-Geräte	19 %	17 %

Tabelle 6: Nutzung technologischer Unterstützung aus der Studie „Learn Now Lecture Later“ CDWG (2012)

Basierend auf diesen Ergebnissen (vgl. Tabelle 6) erscheint der Einsatz von digitalen Materialien oder die Integration von Abstimmungssystemen als präferierte Technologien im Rahmen der konventionellen Vorlesung. Diese Tendenz entspricht den Aussagen der Hochschulrektorenkonferenz (2008, 57), die nicht nur eine fehlende Vernetzung von Präsenzveranstaltungen und computergestützten Lehrangeboten bemängeln, sondern auch die Entwicklung *interaktiver Lehrmaterialien* fordern.

Zusammengefasst ergeben sich nachfolgende Forschungsfragen:

1. Welchen Einfluss haben digitale Materialien auf den Prozess der Wissensvermittlung in der konventionellen Vorlesung?
2. Inwiefern kann durch digitale Materialien ein *Shift from Teaching to Learning* und somit ein output-orientierter Lernprozess berücksichtigt werden? (Wildt 2003, 2)
3. Inwiefern kann durch *technologisch unterstützte Interaktivität* der instruktionale Prozess der Wissensvermittlung in der konventionellen Vorlesung positiv beeinflusst werden?

Im nachfolgenden Kapitel werden bezüglich dieser Forschungsfragen die Grundlagen interaktiver Lernprozesse aus didaktischer und technologischer Perspektive erarbeitet. Das Ziel ist die Ableitung und Legitimation möglicher Interventionsmaßnahmen.

5 Technologische Unterstützung als Lösungsansatz

Die Integration technologisch unterstützter und interaktiver Lernprozesse wurde als zentrales Konzept zur Veränderung der konventionellen Vorlesung erörtert. Demnach wird im ersten Schritt aus *mediendidaktischer Perspektive* expliziert, inwiefern das Schlüsselkonzept Interaktivität integriert werden kann. In Bezug auf die Konstruktion von Wissen und die Bereitstellung von interaktiven Anwendungsmöglichkeiten wird ergänzend die Grundstruktur digitaler Lernobjekte beschrieben. Im zweiten Schritt erfolgt eine Einordnung in *technologische Ansätze* in Verbindung mit existierenden Anwendungsszenarien in Vorlesungen. Die Ergebnisse werden im dritten Schritt in einem *fachdidaktischen Rahmenmodell* zusammengefasst und dienen als Ausgangspunkt für den nachfolgenden Forschungsprozess.

5.1 Konzeptionelle Perspektive

Mögliche Lösungsansätze zur Modifikation der Wissensvermittlung in konventionellen Vorlesungen werden nachfolgend aus mediendidaktischen Konzepten und Funktionen abgeleitet. Aus mediendidaktischer Perspektive ermöglicht das Konzept des *Mobile Learning* (Traxler 2007) eine differenzierte Analyse didaktischer Interventionsstrategien. Es geht hierbei um Lernprozesse, die zeit- und ortsunabhängig durch die Nutzung mobiler und allgegenwärtiger Computertechnologien unterstützt werden, welche einen direkten Zugriff auf vernetzte Informationen ermöglichen (Specht et al. 2013). Im Mittelpunkt stehen technologische Anwendungen, die über mobile Endgeräte verfügbar gemacht werden. Eine ähnliche Begriffsbestimmung findet sich bei O'Malley et al. (2005), die von einer umfassenden Integration und Orchestrierung mobiler Technologien ausgehen:

„Jede Art des Lernens, das stattfindet, wenn der Lernende nicht an einem festen, vorgegebenen Ort ist, oder das Lernen, wenn der Lernende Lernmöglichkeiten nutzt, die mobile Technologien bieten“ (O'Malley et al. 2005).

Konzeptuelle Kriterien des Mobile Learning

Unter Berücksichtigung der terminologischen Einordnung können didaktische Interventionsstrategien aus den spezifischen Merkmalen (Klopfer & Squire 2008, 95) des Mobile Learning abgeleitet werden, die im Rahmen dieser Arbeit als *konzeptuelle Kriterien* bezeichnet werden. Nach dem Merkmal der Kontextualisierung werden die Zustände, Bedingungen und Informationen der Lernumgebung unmittelbar in den Lernprozess integriert. Göth & Schwalbe (2012, 296) systematisieren die Kontextualisierung durch die Eigenschaften eines Lernprozesses:

		Skala				
Faktor	Kernpunkt	1	2	3	4	5
Kontext (Wo und wann?)	Relevanz der Umgebung und der Lernobjekte	Irrelevanter Kontext	Formalisierter Kontext	-	Physischer Kontext	Sozialisierender Kontext
Lernmedien (Womit?)	Pädagogische Rolle der Lernmedien	Inhalte liefern	Motivationsorientierte Interaktion mit Inhalten	Angeleitete Reflexion	Daten zur Reflexion sammeln	Inhalte aktiv konstruieren
Steuerung (Wie?)	Verantwortlich für den Lernprozess und die Lernziele	Vollständig lehrer-kontrolliert	Hauptsächlich lehrer-kontrolliert	Geteilt gesteuert	Hauptsächlich schüler-kontrolliert	Vollständig schüler-kontrolliert
Kommunikation (Mit wem?)	Sozialer Rahmen	Isolierter Lerner	Lose Paare	Enge Paare	Gruppenkommunikation	Kooperation
Subjekte (Wer?)	Bisheriges Wissen	Novize	Lerner mit geringem Vorwissen	Lerner mit gutem Vorwissen	Lerner mit erheblichem Vorwissen	Experte
Lernziele (Was?)	Level	Wissen	Verstehen	Anwenden	Analysieren	Synthese und Evaluation

Abbildung 3: Kontextualisierung übernommen aus Göth & Schwalbe (2012)

In Bezug auf diese Systematik wird bei der konventionellen Vorlesung von einem *formalisierten Kontext (2)* ausgegangen, der sich durch eine lehrer-kontrollierte Steuerung und Vermittlung von Wissensstrukturen auszeichnet (de Witt 2005, 17). In einem *sozialisierenden Kontext* wird dagegen der Lernenden in eine informelle Gemeinschaft von Lernenden eingebunden, mit dem Ziel, dass jeder Lernende auch als potenzieller Lehrender agieren kann (Göth & Schwabe 2011, 298). Bei der konventionellen Vorlesung sind die Konzeption und technische Integration eines Kontextes zielführend, der die Lernziele „Anwenden“ und „Analysieren“ ermöglicht (vgl. Abb. 3). Eine Integration dieser Kontexte erfordert bei einer Vorlesung aktive Steuerungsmöglichkeiten und Kommunikationsformen im Umgang mit bestehenden Wissensstrukturen.

Als weiteres Merkmal des Mobile Learning wird unter der *Personalisierung* die Nutzung individueller Daten zum Vorwissen und die *adaptive Anpassung des Lernprozesses* verstanden, was als *Kontextsensitivität* bezeichnet wird (Zimmermann et al. 2007). So werden Präferenzen der Lernenden und eine individuelle Anpassung der digitalen Lernumgebung berücksichtigt. In Bezug auf Vorlesungen können so die Wissensstände und Präferenzen durch Testinstrumente erhoben werden, um die Repräsentationen und Instruktionen gruppenspezifisch anzupassen. Ein weiteres Potenzial mobiler Anwendungen zeigt sich in der Nutzung multi-modaler Interaktionen, durch die unterschiedliche Bedienungsmöglichkeiten über Hardware-Komponenten (Kamera, Mikrofon, Sensoren usw.) in Lernprozesse integriert werden.

„Multimodal systems process combined natural input modes – such as speech, pen, touch, manual gestures, gaze and head and body movements – in a coordinated manner with multimedia system output“ (Oviatt 1999, 74).

Als Ziel der Integration multi-modaler Interaktionen werden spezifische menschliche Interaktionsformen zur Abgabe und Aufnahmen von Informationen adaptiert, um eine möglichst natürliche und intuitive Bedienung zu ermöglichen (Niedermaier 2003). Mögliche Anwendungsszenarien ergeben sich aus fachspezifischen Lernprozessen, in denen eine Anwendung prozeduralen Wissens ermöglicht werden soll. In Bezug auf die zentrale Funktion der Wissensvermittlung ist jedoch zu prüfen, inwiefern durch die Nutzung multi-modaler Interaktionen positive Effekte erzielt werden können.

Zusammenfassend beschreiben die Merkmale Kontextualisierung, Kontextsensitivität, Personalisierung und multi-modale Interaktionen einen allgemeinen Rahmen zur Konzeption mobiler Lernanwendungen. In einer Meta-Analyse von 1.400 Publikationen¹⁴ zur Umsetzung mobiler Lernanwendung konnten Froberg et al. (2009) jedoch zeigen, dass dieses Potenzial nicht genutzt wird.

„[der] Fokus heutiger mobiler Lernunterstützung [liegt] auf Einzelnutzer in unabhängigen Lernkontexten sowie ein Schwerpunkt auf Lernende mit wenig oder keinen Vorkenntnissen“ (Froberg et al. 2009, 179).

Im Gegensatz zur schwerpunktmäßigen Vermittlung deklarativen Wissens sollte jedoch eine Anknüpfung an das komplexe Vorwissen ermöglicht werden, um die Integration relevanter Lernkontexte in mobile Lernanwendungen zu initiieren. Konkrete Anforderungen zur Gestaltung von mobilen Lernanwendungen werden von de Witt (2005) formuliert, die interaktive und kollaborative Lernprozesse in Bezug auf die Vermittlung abgeschlossener Wissensstrukturen fokussiert. Im Rahmen von flexiblen und unabhängigen Lernangeboten soll vorhandenes Wissen angewendet und durch eigenständige Forschungs- und Kooperationsphasen erweitert werden. Im Fokus sollen u. a. Lernende stehen, die über ein umfangreiches Vorwissen verfügen und dieses über geeignete Instrumente in spezifischen Kontexten teilen oder weiterentwickeln (de Witt 2005, 19).

Funktionale Kriterien des Mobile Learning

Zur Konzeption mobiler Lernanwendungen ist zu differenzieren, auf welches Vorwissen (Wissensstrukturen) zurückgegriffen werden kann und wie in diesem Kontext Analysen auch für große Lerngruppen erfolgen. Insbesondere ist zu hinterfragen, durch welche konkreten Funkti-

¹⁴ Eine Liste der untersuchten Projekte finden sich in der Publikation von Froberg et al. (2009, 324ff). Hierzu gehört eine Vielzahl von Umsetzungen, wozu Simulationen, Quiz oder spielerische Umsetzung zählen.

onen die Anforderungen der Kontextualisierung und Personalisierung von Lernprozessen ermöglicht werden können. Um eine spezifische Berücksichtigung und anwendungsbezogene Interaktion mit den Wissensstrukturen vorzunehmen, werden die *funktionalen Kriterien* (Interaktivität, Feedback und Datenanalyse) zur Gestaltung mobiler Lernanwendungen nachfolgend erörtert.

Durch das funktionale Kriterium der *Interaktivität* werden Anwendungsmöglichkeiten und Kommunikationsformen in mobilen Lernanwendungen konkreter beschrieben.

„Interaktivität bezeichnet das Ausmaß, in dem eine Lernumgebung Interaktionen ermöglicht und fördert“ (Niegemann 2008, 293).

In Bezug auf technologisch unterstützte Lernprozesse wird im wissenschaftlichen Diskurs auf die Begriffsbestimmung von Interaktivität nach Schulmeister (2005) zurückgegriffen. Interaktivität ist demnach der aktive Umgang des Lernenden mit Lernobjekten und wird generalisiert als Schnittstelle zu technischen Systemen verstanden. In Bezug auf die Handlungsmöglichkeiten des Anwenders unterscheidet Schulmeister sechs Interaktivitätsstufen:

- Stufe 1: Objekte betrachten und rezipieren
Dem Anwender werden fertige Multimedia-Komponenten bereitgestellt, die betrachtet oder abgespielt werden können. Es existiert keine Möglichkeit zur Veränderung der Darstellung der Komponenten.
- Stufe 2: Multiple Darstellungen betrachten und rezipieren
Dem Anwender werden bestehende Multimedia-Komponenten bereitgestellt, jedoch existieren für einige Komponenten mehrere Varianten, die durch Benutzeraktionen eingesehen werden können.
- Stufe 3: Die Repräsentationsformen variieren
Durch diese Stufe der Interaktivität kann der Anwender einen direkten Einfluss auf die Repräsentationsform des Lernobjektes nehmen, wobei der Inhalt unverändert bleibt.
- Stufe 4: Den Inhalt der Komponente modifizieren
Der Anwender kann auf dieser Interaktionsstufe den Inhalt des Lernobjektes erzeugen oder durch Benutzer Aktionen modifizieren.
- Stufe 5: Das Objekt bzw. den Inhalt der Repräsentation konstruieren
Auf dieser Interaktionsstufe stehen dem Anwender Werkzeuge zur Verfügung, mit denen Lernobjekte konstruiert und eigene Modelle entworfen werden können.
- Stufe 6: Den Gegenstand bzw. Inhalt der Repräsentation konstruieren und durch manipulierende Handlungen intelligente Rückmeldungen vom System erhalten.

Schulmeister systematisiert mit seinen Interaktivitätsstufen den Umgang mit und die Modifikation von Wissensstrukturen, die auf den höheren Stufen im Sinne konstruktivistischer Annahmen aktive und selbstgesteuerte Handlungsmöglichkeiten beschreiben. Bei der Konzeption von Lernanwendungen stellt sich jedoch zusätzlich die Frage, inwiefern technologisch unterstützte Interaktivität in den Prozess der Wissensvermittlung eingeordnet werden kann. Einen systematischen Ansatz beschreibt das *Mehrdimensionale Modell der Interaktivität* (vgl. Abb. 4) nach Kollmann & Schuhen (2015), das die zu bewältigende kognitive Leistung des Anwenders bei der Durchführung einer Interaktion fokussiert.

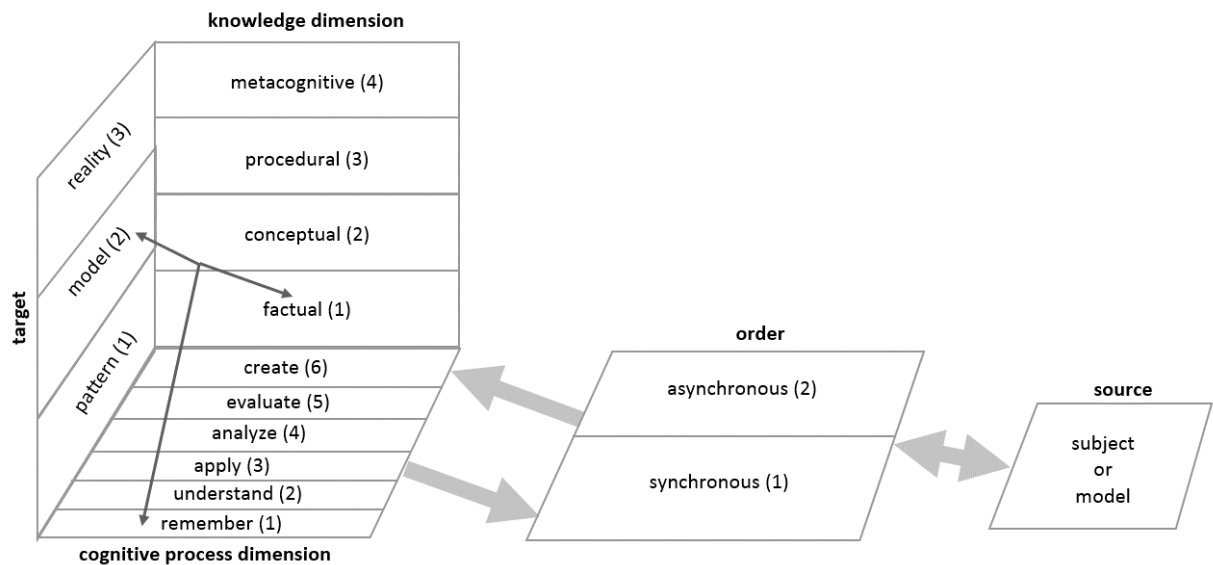


Abbildung 4: Mehrdimensionales Modell der Interaktivität nach Kollmann & Schuhen (2015)

Basierend auf diesem Modell ist eine Interaktion aus der Perspektive eines Subjektes auf ein Ziel (T) ausgerichtet, das mit zunehmender Komplexität mit einem Schema, mit einem Modell (vgl. Stachowiak 1996, 432-463) oder mit Schnittstellen der Realität stattfinden kann. Die individuell unterschiedliche kognitive Leistung zur Bewältigung der Interaktion zwischen Subjekt und Ziel wird durch die integrierte Lernzieltaxonomie (die Dimension des Wissens und die Dimension des kognitiven Prozesses) nach Anderson & Krathwohl (2001) strukturiert. Eine besondere Bedeutung für die Interaktivität spielt zudem die Ordnung, die auf der untersten Stufe synchron, aber mit zunehmender Komplexität auch asynchron gestaltet sein kann. Eine spezifische Interaktion kann demnach durch die nachfolgende Relation beschrieben werden:

$$I_n(\text{source}(S), \text{target}(T), \text{dimension}(D), \text{process}(P), \text{order}(O))$$

Eine Abstimmungsfrage innerhalb einer Vorlesung wird nachfolgend formalisiert. Exemplarisch soll das Subjekt (S) eine Multiple-Choice-Aufgabe, die auf den Inhalten einer zuvor präsentierten Folie basiert, durch Auswahl eines Items lösen. Unter der Annahme spezifischer Lernermerkmale wird

die erste Interaktion durch $I_1 = (S_1, 1, 1, 1, 1)$ beschreiben, weil das Subjekt synchron mit einem Schema interagiert und zur Bewältigung der Interaktion, in Abhängigkeit vom Vorwissen des Subjektes, das Erinnern von Faktenwissen notwendig ist. Ausgehend von dynamischen und längerfristigen Lernanwendungen werden die Interaktionen personenspezifisch zu einer Interaktionsmatrix zusammengefasst.

	<i>Quelle</i>	<i>Ziel</i>	<i>Dimension</i>	<i>Prozess</i>	<i>Ordnung</i>
$IM_{Abstimmungsfrage} = I_1$	S_1	1	1	1	1
I_2	M_1	3	1	1	1

Durch diesen Ansatz lassen sich Interaktionen in Bezug auf mobile Lernanwendungen aus theoretischer Perspektive konstruieren und durch die Ermittlung individueller Lernermerkmale nachvollziehen. Während die bisherigen Ansätze den Umgang mit Wissensstrukturen und die Bewältigung des kognitiven Niveaus fokussieren, können durch die *Social Interaction Taxonomy*¹⁵ (Steinberg et al. 2011, 28) konkrete Aktivitäten der Anwender durch die Taxonomie abgeleitet werden. Interaktive Handlungen werden demnach als Relation zwischen Benutzer und Ressource und Benutzer und Benutzer systematisiert. Während Schulmeister unter Interaktivität dem Umgang mit Lernobjekten versteht, wird durch die Taxonomie nach Steinberg et al. (2011) die Interaktivität zwischen den Anwendern fokussiert.

Zusammenfassend wird unter dem Kriterium der Interaktivität der individuelle Umgang des Lernenden mit den bereitgestellten Lernobjekten verstanden, was eine notwendige Bedingung der Konzeption mobiler Lernanwendungen darstellt. Insgesamt wird die Lernwirksamkeit mobiler Lernanwendungen von den nachfolgenden Variablen beeinflusst:

- von der Qualität der lernzielrelevanten Information, die Lernende durch spezifische Einwirkung auf die Lernumgebung gewinnen können und die ihnen ohne diese Einwirkung nicht zur Verfügung steht,
- von der Qualität der kognitiven Operationen, die durch Einwirkungen der Lernumgebung auf Lernende initiiert werden,
- von Art und Ausmaß der Belastung des Arbeitsgedächtnisses der Lernenden während des Lernprozesses,
- vom aktivierten Vorwissen der jeweiligen Lernenden,
- von den in der jeweiligen Lernsituation realisierten metakognitiven bzw. selbstregulatorischen Fähigkeiten des jeweiligen Lernenden sowie

¹⁵ Schematische Abbildung und Operatoren siehe Anhang.

- von Persönlichkeitsmerkmalen, motivationalen und emotionalen Zuständen der Lernenden während des Lernprozesses (übernommen aus Niegemann 2008, 302).

Für technologisch unterstützte Lernanwendungen folgt aus dieser Systematik die Frage, durch welche Funktionen welche Art von Rückmeldungen bereitgestellt werden können. Systematisch betrachtet erfolgt dies durch das funktionale Kriterium der *Bereitstellung von Rückmeldungen (Feedback)* als zentrale Komponente von Interaktivität:

„To take on this instructional purpose, feedback needs to provide information specifically relating to the task or process of learning that fills a gap between what is understood and what is aimed to be understood, and it can do this in a number of different ways. [...] Feedback thus is a consequence of performance” (Hattie & Timperley 2007, 82).

Als Grundvoraussetzung der Bereitstellung von Rückmeldungen (formative oder summative Rückmeldungen) beschreiben Hattie & Timperley (2007) die Notwendigkeit von Datenanalysen und somit technologische Verfahren zur Ermittlung individueller Lernermerkmale und Informationen zum Lernprozess. Im Rahmen von lernpsychologischen Untersuchungen sind damit systematische Testverfahren gemeint, aus denen auf Grundlage von Anfangsanalysen die Effekte spezifischer Lernumgebungen personenbezogen abgeleitet werden können. Aus konzeptueller Perspektive formulieren Hattie & Timperley (2007) im *Model of Feedback to Enhance Learning* (vgl. Abb. 6) nachfolgende Anforderungen an die Bereitstellung effektiver Rückmeldungen:

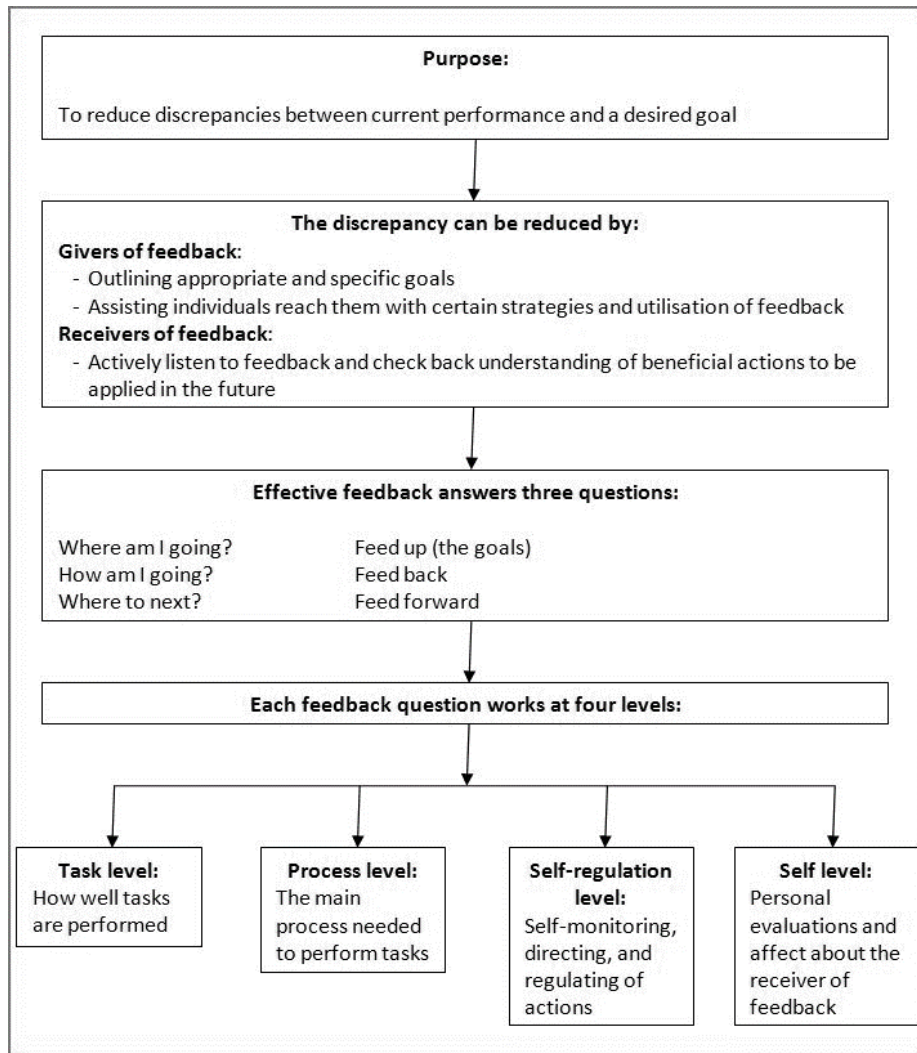


Abbildung 5: Ein Modell zur Gestaltung von Feedback nach Hattie & Timperley (2007)

Nach Hattie besteht die Hauptfunktion von Feedback in der Reduktion der Diskrepanz zwischen der aktuellen Leistung und einem Zielzustand. Ob eine Strategie zur Verminderung der Diskrepanz als effektiv eingestuft werden kann, zeigt sich, wenn (1) Lernziele für den Lernprozess formuliert wurden (Feed-up), (2) ein Lernfortschritt im Kontext der formulierten Ziele identifiziert werden kann (Feed-back) und (3) Aktivitäten festgelegt wurden, um den Lernfortschritt zu verbessern (Feed-forward). Die Effektivität dieser Rückmeldungen ist von der Ebene abhängig, auf der diese durchgeführt wird:

- Rückmeldungen zur Aufgabe

Die Rückmeldungen auf dieser Ebene werden auch als *corrective feedback* bezeichnet, da sie auf operationalisierten Faktoren, z. B. Korrektheit, Berücksichtigung von Vorgaben usw., basieren.

- Rückmeldungen zur Durchführung der Aufgabe
Auf dieser Ebene erhält der Lernende inhaltsbezogene Informationen zur Bearbeitungsstrategie und zur Erkennung und Reflexion von Fehlerquellen. Ein vertieftes Verständnis von der Durchführung der Aufgabe wird zudem durch eine Vernetzung zu komplexeren Aufgaben ermöglicht (Transfer von Wissen).
- Rückmeldungen zur Selbstregulation
Rückmeldungen auf dieser Ebene umfassen Informationen über das subjektive Verhalten im Lernprozess in Bezug auf das angestrebte Lernziel. Hierzu zählen zum Beispiel Einstellungen, selbstgewählte Strategien und konkrete Lernerhandlungen.
- Rückmeldungen zur Persönlichkeit
Rückmeldungen auf dieser Ebene sind dann effektiv, wenn sie in Bezug zum Lernprozess oder zur konkreten Aufgabenbearbeitung erfolgen. Personenbezogene Rückmeldungen sollen die Selbstwirksamkeit und das Engagement im Kontext der Lernziele verbessern.

Im Rahmen dieser Merkmale zur Bereitstellung von Rückmeldungen existieren Anforderungen zur Umsetzung diagnostischer Funktionen bei der Planung und Beobachtung von Lernprozessen. Es muss ermittelt werden, durch welche Funktionalität welche Art von Rückmeldung erzeugt werden kann. Insbesondere werden technologische Methoden angestrebt, die unmittelbar im Lernprozess Analysen und Rückmeldungen ermöglichen, was durch den Lehrenden in derselben Zeit nicht geleistet werden kann.

Nachfolgend werden dazu unter dem dritten funktionalen Kriterium der *Datenanalyse* Möglichkeiten zur unmittelbaren Bereitstellung von Rückmeldungen überblickhaft dargestellt. Grundsätzlich können die Methoden aus den zwei Forschungsfeldern des *Educational Data Mining* und der *Learning Analytics* abgeleitet werden.

Aus technologischer Perspektive werden beim *Educational Data Mining* aus großen Datenmengen Profile und Cluster ermittelt, um inhaltsbezogene Abfolgen und kritische Werte zu identifizieren. Aus pädagogischer Perspektive sollen durch die datenbasierte Identifikation von Mustern Handlungsempfehlungen und Erwartungswerte abgeleitet werden (Schön & Ebner 2013). Bei der Datenanalyse wird zwischen strukturierten und unstrukturierten Datenbeständen unterschieden. Während strukturierte Datenbestände durch die Nutzung von Schlüssel¹⁶ ausgewertet werden, wird bei Daten ohne feste Struktur, z. B. Kommunikationsaufzeichnungen, eine Analyse von Dominanz- oder Partizipationswerten vorgenommen.

¹⁶ Unter *Schlüssel* werden zum Beispiel Primärschlüssel verstanden, die einen Datensatz eindeutig identifizieren.

Im Forschungsfeld der *Learning Analytics* wird die Auswertung von lernerspezifischen Daten zur Verbesserung individueller Lernprozesse fokussiert. Siemens & Long (2011) verstehen darunter

„the measurement, collection, analysis and reporting of data about learners and their contexts, for purposes of understanding and optimizing learning and the environments in which it occurs“ (Siemens & Long 2011, 2).

Zur Erstellung mobiler Lernwendungen ergeben sich vielfältige Möglichkeiten, welche die Erhebung und Evaluation der gespeicherten Daten technologisch unterstützen. Die Hauptfunktion des Lehrenden besteht demzufolge in der Selektion von Datenbeständen und der Auswertungsmethode und letztendlich in der lernerspezifischen Interpretation und Ableitung von Handlungsempfehlungen. Dazu kann eine Teilautomatisierung des Analyseprozesses durch Auswertungsmethoden ermöglicht werden. Hierzu zählen beispielsweise statistische Analysen zu: Durchschnittswerten, Normalverteilung, Standardabweichung, Mittelwerten, Trennschärfe oder zu Distraktoren. Das übergeordnete Ziel ist die Visualisierung dieser Daten, wodurch Rückschlüsse auf große Datenbeständen auch unmittelbar im Lernprozess ermöglicht werden.

Ein weiterer Ansatz der Analyse von Lernerdaten ist das Anwendungsfeld *Data Mining*, worunter die Erkennung nützlicher Muster oder die Gewinnung von Erkenntnissen aus Daten verstanden wird. Hierzu zählt beispielweise die Klassifizierung als Data-Mining-Funktion, mit der eine Zuordnung von Objekten zu Zielkategorien oder Klassen vorgenommen wird. Das primäre Ziel ist eine Vorausberechnung der Zuordnung zu Objekten, bei der die Klassenbezeichnung unbekannt ist. Zur Umsetzung dieses Vorhabens werden beispielweise Entscheidungsbäume, neuronale Netzwerke oder naive Bayes-Klassifikatoren integriert. Clustering als Data-Mining-Funktion erweitert den Anwendungsbereich durch Prozesse zur Strukturierung von Datenobjekten unter Zuhilfenahme von Ordnungskriterien. Beispielsweise werden durch das *Association Rule Mining* relevante Zusammenhänge und Korrelationen in Datensätzen ermittelt. Zur Bestimmung der Relevanz spezifischer Entitäten werden Graph-Analysen durchgeführt, insbesondere um große und dynamische Datenmengen auszuwerten. Mit Methoden zur Modellierung von Graphen erfolgt eine Beurteilung durch die Zentralität spezifischer Knoten in Relation zum umgebenden Netzwerk.

Die beschriebenen konzeptuellen Kriterien stellen grundlegende Elemente von mobilen Lernwendungen dar, weitergehend ist zu spezifizieren, welche Möglichkeiten zur Gestaltung digitaler Lernanwendungen auf inhaltlicher Ebene existieren.

5.2 Inhaltsorientierte Perspektive

Durch die Bereitstellung von Aufgaben werden Lernsituationen und Leistungsanforderungen konkretisiert und die Aktionen und Interaktionen zwischen Lehrenden und Lernenden gerahmt (Bruder 2013). Aus inhaltsorientierter Perspektive beschreibt die Struktur (z. B. Aufgabenstellung, Bearbeitungsmöglichkeiten, Möglichkeiten zur Reflexion) einer Aufgabe eine Reihe von primären Anforderungen zur Formalisierung und informatischen Umsetzung.

Eine grundlegende *formale Darstellung* von Aufgaben kann nach Seel (1981) durch die Unterscheidung in Informations-, Reiz-, Reaktions- und Rückmeldekomponenten vorgenommen werden.

- Bei der Informationskomponente handelt es sich um die Darstellung des Aufgabeninhaltes und den damit zusammenhängenden Lernsachverhalt.
- Durch die Reizkomponente wird dem Informationsteil die Aufgabenstellung hinzugefügt, dessen Fragestellung durch unterschiedliche Aufgabenarten erfolgen kann.
- Durch die Reaktionskomponente wird das erwartete Lösungsverhalten spezifiziert, das sich insbesondere durch offene oder geschlossene Aufgabenformate unterscheidet. Während für geschlossene Aufgabenformate beispielweise Distraktoren gewählt werden müssen, werden für offene Aufgabenformate Erwartungshorizonte formuliert (Körndle, Narciss & Proske, 2004).
- Durch die Rückmeldekomponente werden Hinweise auf die Bearbeitung der Aufgabe und den Lernprozess spezifiziert.¹⁷

In Bezug auf die Reaktions- und Rückmeldekomponenten wird eine Vernetzung mit den Kriterien Interaktivität und Feedback zur Gestaltung mobiler Lernanwendungen deutlich. Die Relevanz und Gestaltungstiefe der einzelnen Komponenten zeigt sich in der Differenzierung nach Lern- und Leistungsaufgaben. Nach Abraham & Müller (2009) helfen *Lernaufgaben* beim *Aufbau* von Kompetenzen und Fertigkeiten (Lindauer & Schneider 2007, 114) und werden nach Erarbeitungs- und Übungsphasen unterschieden. In der Erarbeitungsphase sollen mithilfe entsprechender Aufgaben

„die Aneignung und Ausdifferenzierung subjektiver Regelhypothesen und metasprachlicher Prüfoperationen bei den Lernenden“ (Hinney et al. 2008, 114) erfolgen.

Erarbeitungsphasen zeichnen sich durch den Aufbau von „intelligentem Wissen“ (Weinert 1999, 33; Helmke 2004, 26) aus, worunter „ein wohlorganisiertes, disziplinär, interdisziplinär und lebenspraktisch vernetztes System von flexibel nutzbaren Fähigkeiten, Fertigkeiten, Kenntnissen

¹⁷ Entnommen aus Seel (1981).

und metakognitiven Kompetenzen“ (Weinert 2000, 5) verstanden wird. In der Vertiefungsphase (Phase der Wissensverbesserung) wird das Wissen durch Übungs- und Anwendungsaufgaben konsolidiert und auf Problemstellungen transferiert. Eine Umsetzung erfolgt durch offene, anregende und problemorientierte Aufgaben, die eine Reflexion von Verständnisproblemen und das Schließen von Wissensdefiziten ermöglichen. Konkret wird der Lernende zu Beginn mit einer Problemstellung konfrontiert und muss im Rahmen seines individuellen Vorwissens Lösungsstrategien entwickeln. Hierzu zählen ein Rückgriff und die Erarbeitung neuer Fähigkeiten und Fertigkeiten, die Aufgabe zu bewältigen und das erworbene Wissen auf neue Anwendungsbeispiele zu transferieren. Durch Lernaufgaben werden somit Experimentier-, Übungs-, Anwendungs- und Verwendungssituationen bereitgestellt, in denen die Lernenden einen handlungs- und ergebnisorientierten Lernprozess unter Berücksichtigung unterschiedlicher Niveaus durchlaufen.

Dagegen ermöglichen *Leistungsaufgaben* die Operationalisierung des erreichten Niveaus von Kompetenzen und Fertigkeiten (Dubs 2006). Im Vordergrund stehen Testinstrumente, durch die der Lernende sein erworbenes Wissen möglichst umfassend und sicher darstellen kann (Abraham & Müller 2009, 5). Im Rahmen der Aufgabenform muss vom Lehrenden festgelegt werden, durch welche kognitiven Operatoren die Bewertung des Leistungsergebnisses ermöglicht werden kann und inwiefern die Stufe der Interaktivität bei der Bearbeitung der Aufgabe als relevant eingestuft wird (Körndle et al. 2004). Eine systematische Betrachtung dieser Aspekte wird durch Aufgabendimensionen ermöglicht, die ein vielfältiges inhaltspezifisches Spektrum zwischen Inhalt, Form und Operatoren beschreiben (Niegemann et al. 2008, 315-324):

Aufgabeninhalte	Aufgabenform	(kognitive) Operationen
<p><i>Fakten</i> bezeichnen Aussagen (Niegemann et al. 2008, 313), die unbestreitbar wahr sind. Fakten sind bestimmte Objekte, Ereignisse oder Symbole.</p> <p><i>Konzepte</i> sind Klassen von Objekten oder Ereignissen, welche die gleichen Eigenschaften haben.</p> <p><i>Prinzipien</i> sind regelhafte Verknüpfungen (z. B. kausallogische Beziehungen) zwischen mindestens zwei Konzepten. Sie sagen vorher, wie verschiedene Konzepte zusammenwirken.</p>	<p><i>Geschlossene Testaufgaben</i>, bei denen die Antworten sowohl dem Lernenden als auch dem Auswerter vorgegeben sind. Der Lernende kann dabei aus einer vorgegebenen Menge von möglichen Antworten wählen.</p> <p><i>Halboffene Testaufgaben</i>, bei denen die Antworten nicht dem Lernenden, jedoch dem Auswerter bekannt sind. Der Lernende hat zur Bearbeitung der Aufgabe z. B. einen Satz zu ergänzen oder eine kurze Antwort frei einzugeben.</p> <p><i>Offene Testaufgaben</i>, bei denen die Antwort weder dem Lernenden noch dem Auswerter vorgegeben ist.</p>	<p><i>Taxonomie nach Bloom:</i> Verstehen, Anwenden, Analysieren, Synthetisieren und Evaluieren</p> <p><i>Erinnern</i> Abruf von Wissen mit Hinweisreizen (Wiedererkennen), Abruf von Wissen ohne Hinweisreize (Reproduzieren)</p> <p><i>Transformieren</i> Darstellen von Inhalten in neuer Form, Wiedergeben von Inhalten mit eigenen Worten, Finden von Beispielen</p> <p><i>Klassifizieren</i> Finden von Unterschieden, Finden von Gemeinsamkeiten, Finden von Gemeinsamkeiten und Unterschieden</p>

Prozeduren bezeichnen eine Serie von zusammenhängenden Handlungsschritten, die mental oder physisch vollzogen werden können.	Bei diesem Aufgabentyp ist ein freier Text einzugeben, z. B. ein Essay.	Argumentieren/Schlussfolgern ¹⁸ Vorhersagen treffen, Hypothesen erstellen, Rückschlüsse auf einzelne Komponenten oder Faktoren ziehen, die einen Sachverhalt bestimmen, Deuten und Bewerten von Ereignissen und Aussagen
--	---	--

Tabelle 7: Aufgabendimensionen (Zusammenfassung aus Niegemann et al. 2008 (312-320))

Bei mobilen Lernanwendungen zu ist zu prüfen, inwiefern beispielweise die Implementierung und Auswertung einer offene Aufgabenform algorithmisiert werden kann und eine effektive Optimierung eines Lernprozesses möglich ist.

Ausgehend von diesen formalen Kriterien kann eine vertiefte inhaltsorientierte Analyse durch *fachdidaktische Kriterien* vorgenommen werden. Als grundlegende Anforderung werden mit diesen Kriterien die Berücksichtigung von bereichsspezifischen Wissens- und Erfahrungsständen sowie die generellen intellektuellen Fähigkeiten und Werthaltungen des Lernenden berücksichtigt. Durch Aufgaben soll eine hohe Motivation (Blömeke et al. 2006) bei den Lernenden erreicht werden, deren Ursache in einer Wechselwirkung zwischen situativer Anforderung und individuellen Bedürfnissen liegt. Blömeke (2006, 334 f.) formuliert in diesem Zusammenhang insgesamt neun Kriterien für die Auswahl und Überprüfung von Aufgaben, die nachfolgend in den Rahmen der konventionellen Vorlesung eingeordnet werden:

Kriterium	Anforderungen	Bewertung
Exemplarische Erschließung eines gesellschaftlich relevanten Bildungsinhaltes	Thematisierung einer gesellschaftlich relevanten Grundfrage oder Thematisierung einer gesellschaftlich relevanten allgemeinen Methode	Es muss geprüft werden, ob auf inhaltlicher und methodischer Ebene ein gesellschaftlich relevanter Inhalt abgebildet werden kann oder muss.
Ansprache eines Bedürfnisses der Lernenden	Bedürfnisse einer großen Lerngruppe müssen bekannt sein, zudem müssen durch eine Aufgabe heterogene Bedürfnisse angesprochen werden.	In einer großen Lerngruppe müssen die Bedürfnisse und das Vorwissen durch Tests erhoben werden. Jedoch stellt sich die Frage, wie die Ergebnisse in die Konstruktion von Aufgaben einfließen können.
Förderung genereller intellektueller Fähigkeiten Neuigkeitswert Chancen auf Bewältigung	Bei der Konzeption der Aufgabe muss das Vorwissen der Lernenden berücksichtigt werden. In großen Lerngruppen erfordert dies einen Pre-Test zur Erhebung der Daten.	
Potenzial zur inneren Differenzierung	Zur Bearbeitung von Aufgaben auf unterschiedlichen kognitiven Niveaus, in unterschiedlichen Tiefen und in unterschiedlichen Umfängen müssen nicht nur das Vorwissen und die Fähigkeiten der Lernenden bekannt sein, sondern die Bearbeitungszeit muss flexibel an die Lernenden angepasst werden.	Bei einer konventionellen Vorlesung nur schwer umsetzbar, da zur Bearbeitung der Aufgaben ein kurzes Zeitfenster existiert

¹⁸ Aus Körndle, Narciss und Proske (2004).

Repräsentation einer authentischen Situation	In Bezug auf die fachlichen Inhalte wird eine authentische Situation mit etablierten Methoden integriert.	Gute Umsetzbarkeit, da Methoden, z. B. Fallstudien, fachspezifische Situationen und Problemlösevorgänge abbilden. Allerdings muss die verfügbare Zeit beachtet werden.
Förderung von Problemlösefähigkeit	Formulierung von fachspezifischen Problemstellungen in Verbindung mit einer Offenheit der Aufgabenbearbeitung	
Erfordernis sozialer Interaktion	Die Bereitstellung von Methoden im Vorlesungsprozess zur sozialen Interaktion zwischen allen Beteiligten	Gute Umsetzbarkeit in Vorlesungen. Die Möglichkeiten technischer Methoden werden in Kap. 5.3 beschrieben.

Tabelle 8: Kriterien für die Aufgabenqualität in konventionellen Vorlesungen¹⁹

Die Anwendbarkeit und die Grenzen dieser Kriterien zeigen sich erst in einer konkreten Lehr-Lernsituation (Teilnehmerzahlen, Art der Wissensvermittlung, Vorwissen und verfügbare Bearbeitungszeit). Ausgehend von den generischen Kriterien nach Blömeke kann eine fachspezifische Differenzierung durch einen *domänenspezifischen Ansatz* vorgenommen werden. Werden auch im universitären Kontext Kompetenzen „als *kontextspezifische kognitive Leistungsdispositionen definiert, die sich funktional auf Situationen und Anforderungen in bestimmten Domänen beziehen*“ (Klieme & Leutner 2006, 879), so können Lern- beziehungsweise Leistungsaufgaben als kompetenzorientiert gelten, sofern für ihre Bearbeitung nicht das Wissen an sich, sondern die Anwendung domänenspezifischen Wissens in konkreten, möglichst authentischen Problemsituationen entscheidend ist. Dies bedeutet für fachspezifische Vorlesungen, dass typische Anforderungssituationen zu konstruieren sind, die eine Aktivierung und Ausbildung der spezifischen Kompetenzen des Faches (der Domäne) ermöglichen. Nur so können sich Kompetenzen in einer Bearbeitung fachspezifischer Anforderungssituationen entfalten (May 2011, 127). Domänenspezifische Aufgaben basieren somit auf Anforderungssituationen, die sich dazu eignen, die für ihre Bewältigung notwendigen Performanzen zu aktivieren und je nach Aufgabentyp auszubilden (May 2011, 126). Im Rahmen wirtschaftswissenschaftlicher Vorlesungen stehen dabei das Problemlösen, die Entscheidungskompetenz sowie mathematische und grafische Herangehensweisen im Vordergrund (Weyland & Schuhen 2015).

Aus der Kombination der konzeptionellen- und der inhaltsorientierten Perspektive ergibt sich eine Vielzahl von technologisch unterstützten Szenarien. Insbesondere das Schlüsselkonzept der Interaktivität wird durch die Merkmale von Lern- und Leistungsaufgaben erweitert. Die Möglichkeiten und Konzepte der informatischen Implementierung werden im nachfolgenden Kapitel erörtert.

¹⁹ Eigene Darstellung in Anlehnung an Blömeke et al. 2006.

5.3 Informatische Perspektive

Durch die Darstellung der informatischen Perspektive findet eine Konkretisierung aktueller technologischer Rahmenbedingungen und Systeme statt. Gleichzeitig werden so Möglichkeiten für technologisch unterstützte Lernprozesse in Vorlesungen erörtert. Zur grundlegenden Orientierung wird zu Beginn eine Klassifizierung von informatischen Systemen vorgenommen. Zur spezifischen Betrachtung der inhaltlichen Ebene wird ergänzend auf die Grundstruktur digitaler Lernobjekte eingegangen. Abschließend wird der Einsatz von Abstimmungssystemen in Vorlesungen aus konzeptueller und empirischer Perspektive betrachtet.²⁰

5.3.1 Netzwerkarchitektur

Netzwerkarchitekturen (Tanenbaum 2003, 18 ff.) bilden den Rahmen der Datenkommunikation und somit die Grundstruktur mobiler Lernanwendungen. Eine Vielzahl heutiger Systeme basiert auf *Client-Server-Architekturen*, in denen zumeist mehrere Anwender (Clients) auf die Dienste einer zentralen Serverarchitektur zugreifen.

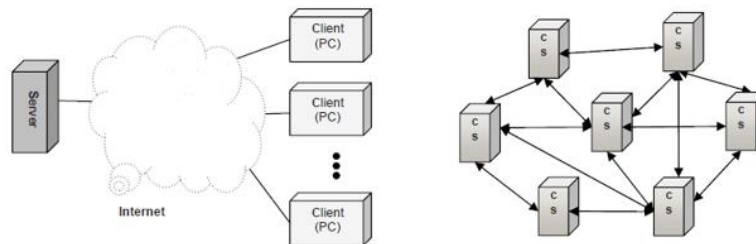


Abbildung 6: Netzwerkarchitekturen (übernommen aus Tanenbaum 2003, 18 ff.)

Ein häufiges Einsatzszenario sind webbasierte Lern-Management-Systeme, durch die auf einem Server Objekte und Dienste für die Clients zur Verfügung gestellt werden. In diesem Zusammenhang beginnt eine typische Kommunikation mit der Anfrage eines Client-Prozesses (*request*) an den Server, der als Antwort (*response*) die angeforderte Information, z. B. ein Berechnungsergebnis oder eine Datenbankabfrage, an den Client zurücksendet. Durch den Server werden als zentrale Einheit somit die Wartung und Kontrolle der abrufbaren Daten vereinfacht. Demzufolge muss durch den Server eine Lastenverteilung berücksichtigt werden, damit es nicht zu einer Überlastung durch eine Vielzahl von Client-Anfragen kommt.

²⁰ Aus Gründen der Übersichtlichkeit wird im Nachfolgenden der Begriff Lernsystem verwendet, womit unterschiedliche Anwendungen und Konzepte technologisch unterstützter Lernprozesse gemeint sind.

Als Alternative werden durch *Peer-to-Peer-Architekturen* die Clients in einem Netzwerk selbst als Server eingesetzt. Dabei bietet jedes Endgerät als Server den anderen Endgeräten Dienste an und kann gleichzeitig als Client die Dienste eines anderen Clients nutzen. Typische Einsatzszenarien sind Messenger-, IP-Telefonie- und Videokonferenzprogramme, die in webbasierte Lernplattformen integriert werden. Im Vergleich zu Client-Server-Architekturen wird durch Peer-to-Peer-Architekturen keine zentrale Steuerung abgebildet, was im Rahmen von Lernsystemen zu Problemen führen kann. Durch die dynamische Struktur von Peer-to-Peer-Architekturen stehen keine zuverlässigen Clients als Kommunikationspartner zur Verfügung, was die Anforderung an die Verfügbarkeit von Diensten und die Speicherung von personenbezogenen Daten unmittelbar beeinflusst (Hasselbring 2006). Demgegenüber muss geprüft werden, inwiefern die Verteilung und Dezentralisierung von Informationen vorteilhafte Effekte auf die Lehr-Lernprozesse haben können und eine potenziell erhöhte Netz- und Ressourcenlast legitimieren. In Ergänzung zu den genannten Architekturen können Lernanwendungen auch ohne Anbindung an eine Netzwerkinfrastruktur bereitgestellt werden. Unter diesen *lokalen Systemen* werden typische Softwareinstallationen zusammengefasst.

5.3.2 Lernmanagement-Systeme

Die Möglichkeiten zur technologischen Unterstützung von Lernprozessen werden nachfolgend in Bezug auf die Eigenschaften von Lernmanagement-Systeme und deren Funktionalitäten differenziert betrachtet. Durch dieses Vorgehen wird im Rahmen der konventionellen Vorlesung erörtert, welche technischen Lösungen bereits existieren und welche informatischen Entwicklungspotenziale abgeleitet (vgl. Kap. 6) werden können. Zur zentralen Bereitstellung von elektronisch unterstützten Lehr-Lernprozessen werden auf Grundlage einer Client-Server-Architektur webbasierte Lernmanagement-Systeme eingesetzt:

„Ein Lernmanagementsystem (engl. ‚learning management system‘, kurz LMS) ist eine serverseitig installierte Software, die beliebige Lerninhalte über das Internet zu vermitteln hilft und die Organisation der dabei notwendigen Lernprozesse unterstützt“ (Baumgartner et al. 2002, 24).

Durch Lernmanagement-Systeme wird somit eine Vielzahl von *Grundfunktionalitäten* bereitgestellt, die typischerweise zur Organisation von Lernprozessen benötigt werden. Zu diesen Grundfunktionalitäten zählen:

Benutzerverifikation: Bei Lehr-Lernprozessen besteht in der Regel die Notwendigkeit, dass ein Nachweis der eigenen Identität erfolgt, damit Lernleistungen und Daten eindeutig zugeordnet wer-

den können. LMS stellen diese Funktionalitäten standardmäßig zur Verfügung. Eine der am häufigsten eingesetzten Authentifizierungsmethoden in LMS ist die Single-Factor Authentication (Marton & David 2014), die durch einen einseitigen Berechtigungsnachweis erfolgt. Eine verbesserte Sicherheit kann durch die Nutzung mehrerer Faktoren im Authentifizierungsverfahren (Hoffmann 2010) genutzt werden, die in den meisten LMS durch zu entwickelnde Erweiterungen verfügbar gemacht werden können. Bei externen Anwendungen (Apps oder andere webbasierte Systeme) wird eine Benutzerverifikation über Schnittstellen realisiert. Beispielweise kann nach einmaliger Single-Sign-on-Authentifizierung ein Zugriff auf verschiedene LMS erfolgen.

Datenbankanbindung: Standardmäßig werden Protokoll- und Anwendungsdaten durch das LMS in einer relationalen Datenbank persistent gespeichert. Diese zentrale Speicherung bildet die Grundlage für Lernprozessanalysen und die Integration technischer Erweiterungen.

Modulare Softwarestrukturen: LMS können durch ihre modularen Strukturen modifiziert werden. Ist der Quelltext des LMS *open source* oder über eine API erreichbar, können direkte Anpassungen auf informatischer Ebene vorgenommen werden.

Rollenmanagement und Benutzerverwaltung: Ausgehend von einer standardmäßigen Verwaltung der Benutzereigenschaften werden den Anwendern zudem Rollen (Dozent, Student, Tutor etc.) im Lernprozess zugeteilt. Durch ein konfigurierbares Rollenmanagement werden den Benutzern Funktionen und Sichten individuell zugeordnet.

Kursverwaltung: Lehr-Lernarrangements werden in LMS durch Kurse organisiert, in denen Aktivitäten und die Bereitstellung von Inhalten zeitlich angeordnet werden.

Statistiken zum Nutzerverhalten: Die Nutzungsdaten der Lernenden werden automatisch im LMS gespeichert und können durch Exportfunktionen abgerufen werden. Grundlegende Nutzungsstatistiken, z. B. Bearbeitungsdauer, Anzahl der Fehler, häufige Fehler in der Lerngruppe etc., werden unmittelbar im LMS visualisiert ausgegeben.

Zertifizierung und Leistungsbeurteilung: Durch LMS stehen verschiedene Aufgabenformate zur Verfügung, mit denen eine Leistungsbeurteilung ermöglicht werden kann. In Bezug auf geschlossene Aufgabenformate (Multiple-Choice oder Zuordnungsaufgaben) sind automatisierte Auswertungen (Leistungsbeurteilung und Zertifizierung) integriert.

Kommunikation: Durch Foren, interne Nachrichtensysteme und direkte Kommunikationsmöglichkeiten können die Anwender von LMS zusammenarbeiten und Informationen direkt austauschen.

Aktivitäten und Lernobjekte: Aus didaktischer Perspektive bilden in LMS Aktivitäten und Lernobjekte die relevante Funktionalität zur Bereitstellung von Lernprozessen. Aktivitäten sind demnach modifizierbare Aufgabenformate (Beispiele aus moodle: Quizze, Experimente, Portfolios oder Modellberechnungen), die in den Kursen zur individuellen oder kollaborativen Bearbeitung verfügbar gemacht werden. Weitergehend existieren verschiedene Sichten auf eine Aktivität, wozu beispielweise Auswertungs- oder Teilnehmersichten zählen. Über Lernobjekte, als kleinste verfügbare Einheit, erfolgt eine Kapselung von Aktivitäten und Inhalten, um diese innerhalb des Lernprozesses einzugliedern und wiederverwenden zu können.

Nach Schulmeister (2013, 11) können diese Grundfunktionalitäten in *Administration*, *Lernumgebung* und *Authoring* gegliedert werden.

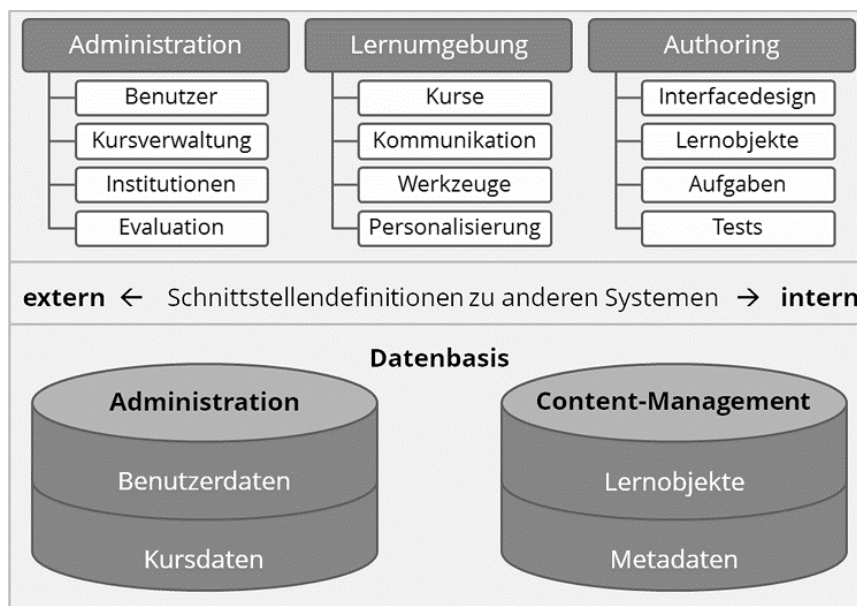


Abbildung 7: Infrastruktur und Komponenten von Lernmanagement-Systemen übernommen aus Schulmeister (2013)

Ausgehend von LMS als grundlegender Komponente der Organisation und Erstellung von Lernprozessen stellt sich weitergehend die Frage, welche spezifischen Funktionalitäten unmittelbar in Vorlesungen eingesetzt werden können. Wird beispielweise die gesamte Vorlesung über ein LMS angeboten, dann repräsentiert das LMS eine virtuelle Umgebung des Prozesses der Wissensvermittlung. Zum Einsatz kommt diese spezifische Funktion bei Konzepten, wie dem Inverted Classroom oder konventionellen Blended-Learning-Konzepten.

Zusammenfassend stehen aus inhaltlicher Perspektive die Aufnahme und Auswertung von Eingaben (Abstimmungen, Texteingaben, Eingabe von Werten usw.) aus Aktivitäten und Lernobjekten im Mittelpunkt. Unter dem Gesichtspunkt der Modularisierung wird nachfolgend beschrieben, wie Aktivitäten in LMS über digitale Lernobjekte systematisiert werden.

5.3.3 Digitale Lernobjekte

5.3.3.1 Grundbegriff

Definition

In der Referenzdefinition nach Wiley (2004) kann jedes digitale Objekt als Lernobjekt betrachtet werden, insofern es zur Unterstützung von Lehr-Lernprozessen beitragen kann.

„Learning Objects are defined here as any entity, digital or non digital, which can be used, re-used or referenced during technology supported learning. Examples of technology-supported learning include computer-based training systems, interactive learning environments, intelligent computer-aided instruction systems, distance learning systems, and collaborative learning environments. Examples of Learning Objects include software and software tools, and persons, organizations, or events referenced during technology supported learning“ (Wiley 2003, 4 f.).

Eine ähnliche Begriffsbestimmung findet sich auch bei Koper (2003), der als Lernobjekt jede digitale, wiederverwendbare und adressierbare Ressource versteht, die zur Unterstützung von Lernaktivitäten eingesetzt werden kann.

„any digital reproducible and addressable resource used to perform learning activities or learning support activities made available for others to use“ (Koper 2003, 47).

Zentrale Merkmale digitaler Lernobjekte

In Übereinstimmung mit der Begriffsbestimmung von Polsani (2003) stellt die *Wiederverwendbarkeit* eine zentrale Eigenschaft von digitalen Lernobjekten dar, die durch eine möglichst geringe inhaltliche *Kontextualisierung* erreicht werden kann. Digitale Lernobjekte sind somit alle digitalen wiederverwendbaren Ressourcen, die im Rahmen der umgebenden technologischen Möglichkeiten formalisierte Lehr-Lernprozesse repräsentieren.

Rehak & Mason (2003, 22) erweitern diese grundlegende Begriffsbestimmung durch allgemeine Anforderungen an digitale Lernobjekte. Die *Recherchierbarkeit* stellt eine zentrale Anforderung dar, was mittels Indexierung von Lernobjekten durch *Metadaten* ermöglicht wird. Weitergehend sollen sich Lernobjekte durch *Interoperabilität* auszeichnen, sodass sie möglichst unabhängig von technologischen Rahmenbedingungen (Hardware/Software) und dynamischen IT-Infra-

strukturen eingesetzt werden können. Insbesondere zur Umsetzung dieser grundlegenden Anforderungen müssen nachfolgende *inhaltliche Gestaltungsprinzipien* digitaler Lernobjekte berücksichtigt werden.

Um eine Wiederverwendbarkeit zu ermöglichen, besteht die Notwendigkeit einer *Modularisierung* des digitalen Lernobjektes. Unter Modularisierung wird die Aufteilung von in sich geschlossenen Einheiten verstanden, die im Hinblick auf das Gesamtsystem als dekontextualisiert bezeichnet werden. In diesem Zusammenhang gilt, je weniger spezifische Abhängigkeiten ein Lernobjekt aufweist, desto höher ist sein *Wiederverwendbarkeitswert* (Gätzelt & Schertler 2005, 78).

Nach Balzert (1998) werden einem Modul nachfolgende Merkmale zugeordnet:

- Es repräsentiert eine funktionale Einheit oder eine semantisch zusammengehörende Funktionsgruppe.
- Ein Modul ist in sich abgeschlossen und sollte weitgehend unabhängig von der Modul Umgebung entwickelbar, prüfbar, wartbar und verständlich sein.
- Es enthält definierte Schnittstellen für Externbezüge, welche klar erkennbar und möglichst mit einer Schnittstellenbeschreibung zusammengefasst sein sollten.
- Aus qualitativer und quantitativer Perspektive sollte es handlich, überschaubar und verständlich sein (entnommen aus Balzert 1998, 571-574).

Die Modularisierung zeigt sich insbesondere durch die allgemeine Struktur, die sich auf der untersten Ebene durch die Repräsentation von Daten in strukturierter (Datenbanken), semi-strukturierter (XML) oder unstrukturierter Formatierung (z. B. Grafiken) auszeichnet, deren Beständigkeit transient (übergangsweise) oder persistent (dauerhaft) vorliegen kann. Erst durch die Interpretation und Kontextualisierung werden Informationen aus Daten abgeleitet und bilden die Grundlage für die Formalisierung von Lehr-Lernprozessen. Die *Granularität* dieser Repräsentation von Daten gilt somit als Maß für die Wiederverwendbarkeit und Umsetzung der Modularisierung von Lernobjekten. Werden diese Gestaltungsprinzipien berücksichtigt, wird eine *Aggregation* von Lernobjekten ermöglicht, sodass eine Kombination und Vernetzung zu Lernobjektfragmenten (Hörmann 2006, 14) vorgenommen werden kann. In Bezug auf die Anforderung besteht für die Konstruktion von Lernprozessen die Notwendigkeit von Aggregierungskonzepten, um Lernobjekte mit unterschiedlichen Granularitäten zu kombinieren. In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, inwiefern durch eine Aggregation die *Konsistenz und Kohärenz* von Lernobjekten berücksichtigt werden können. Eine Aggregation von Lernobjekten erscheint nur sinnvoll, wenn die Zusammengehörigkeit einzelner Bestandteile im Gesamten eine „semantische Stimmigkeit“ aufweist (Balzert 1998, 474-476).

Die genannten Kriterien stellen die Anforderungen an die Gestaltung digitaler Lernobjekte dar, die durch die nachfolgenden elementaren Komponenten ergänzend betrachtet werden.

5.3.3.2 Elementare Komponenten

Die Implementierung digitaler Lernobjekte erfordert die Berücksichtigung grundlegender Komponenten, die in Abhängigkeit von den Möglichkeiten der Interaktion mit dem Lernobjekt unterschiedlich stark ausgeprägt sind.

Aus Perspektive der Softwareentwicklung werden die grundlegenden Komponenten nachfolgend anhand des *Modell-Sichten-Kontrolle-Entwurfsmusters* (Model-View-Controller, MVC) (Geirhos 2015) abgeleitet. Das MVC Entwurfsmuster ist ein weitverbreitetes Konzept zur systematischen Trennung von Software in drei Schichten, die unabhängig voneinander existieren und eingesetzt werden können.

- Das *Modell (model)* enthält die Anwendungslogik (teilweise auch die Geschäftslogik) des digitalen Lernobjektes. Manipulationen der Anwendungslogik erfolgen beispielsweise durch Interaktionen des Anwenders mit den *Sichten*.
- Durch *Sichten (view)* von Lernobjekten werden dem Lernenden Interaktionsmöglichkeiten und Visualisierungen bereitgestellt. Typische Elemente von Sichten sind Formulare, vernetzte Texte, Tabellen oder Diagramme. Bei der Erzeugung von Sichten werden die notwendigen Daten aus dem Modell bereitgestellt.
- Durch die *Steuerung (controller)* werden Benutzerinteraktionen aus den Sichten (z. B. Tastatureingabe oder Interaktion mit einem Touchscreen) an das Modell weitergeleitet und Datenoperationen organisiert.

Im Rahmen von digitalen Lernobjekten beinhaltet die Schicht Modell verschiedene Funktionen zur Ausführung von Berechnungen und zur Bereitstellung von Rückmeldungen zum Lernprozess. Der Entwickler des Lernobjektes muss in diesem Zusammenhang die umzusetzenden Inhalte *formalisieren* (Syntax und Semantik), sodass diese im Modell durch eine Programmiersprache abgebildet werden können. Gleichzeitig muss eine Wiederverwendbarkeit der formalisierten Inhalte berücksichtigt werden, da nur so die Grundanforderungen an digitale Lernobjekte eingehalten werden können.

Weitergehend werden im Modell u. a. *Schnittstellen* zur Datenhaltung ermöglicht, sodass auf eine Datenbank oder auf eine Netzwerkinfrastruktur (vgl. xAPI Sensornetwork Kap. 5.3.3.3) zurückgegriffen werden kann. Insofern es die Datenhaltung ermöglicht, werden zudem grundlegende Datenoperatoren (CRUD) im Modell festgelegt. Hierzu zählen die Erstellung (Create), das Lesen (Read),

die Aktualisierung (Update) und das Löschen (Delete) von Datensätzen. Auf der Ebene des Modells werden zudem Funktionen zur *Validierung* von Datensätzen implementiert, bevor diese an die Schicht der Datenhaltung weitergeleitet werden.

Durch die Schicht *Sichten* werden Daten und Interaktionsmöglichkeiten abgebildet, die sich in der Regel durch ein umfassendes Rechte- und Rollenkonzept auszeichnen. Standardmäßig können für digitale Lernobjekte nachfolgende Sichten unterschieden werden:

- *Sicht der Lernenden*: Über die Teilnehmersicht interagiert der Lernende und erhält Rückmeldungen über die Grundlage von Berechnungen im Modell.
- *Sicht der Lehrenden*: In dieser Sicht werden dem Lehrenden Funktionen zur Auswertung (Learning Analytics) und Steuerung des Lernobjektes zur Verfügung gestellt. Typischerweise sind mit dieser Sicht auch Funktionen zur Verwaltung der Lerngruppe verbunden.
- *Ergebnissicht*: Über die Ergebnissicht werden Hinweise zur Bearbeitung der Aufgaben zu einem spezifischen Zeitpunkt durch den Lehrenden präsentiert. Hierzu zählen beispielsweise Visualisierungen von Ergebnissen.

Die jeweiligen Sichten werden durch ein Rollen- und Rechtekonzept ergänzt. Grundlegende Rollen (z. B. Dozent oder Administrator) werden von Lernmanagementsystemen vorgegeben, sind jedoch frei erweiterbar oder im Lernprozess dynamisch zuweisbar.²¹

5.3.3.3 Standards und Spezifikationen

Durch eine Vielzahl von Standardisierungsbestrebungen wird versucht die Interoperabilität digitaler Lernobjekte im Rahmen des technologischen Umfeldes zu berücksichtigen. Weltweit haben sich mehrere Standardisierungskonsortien gebildet, die u. a. Standards zur Interoperabilität von Lernplattformen, Autorensystemen und Web Based Trainings definieren.

Die Konsortien beschäftigen sich mit der Standardisierung von *Lernerdaten* zur Beschreibung spezifischer Lernermerkmale, mit der systematischen Konzeption und Entwicklung von *Lerninhalten*, mit der Konzeption von *Metadaten*, z. B. *Learning Object Metadata*, zur Indexierung und Verwaltung von Lernobjekten und *Komponenten von Anwendungssystemen*. Im Mittelpunkt stehen technologische Fragestellungen, während didaktische Aspekte nur ansatzweise behandelt werden (Baumgartner et al. 2002, 277). Aufgrund der Dauer von Normierungsverfahren entsprechen die

²¹ Vgl. Abb. 7: Rollen nach Schulmeister (2013): Administration, Lernumgebung und Authoring.

Standards jedoch nicht immer den aktuellsten Erkenntnissen und den technologischen Rahmenbedingungen (Niegemann et al. 2008, 604). Die nachfolgende Tabelle zeigt einen Überblick über inhaltsbezogene Standards:

Bereich	Beschreibung	Spezifikationen / Standards
Austausch zwischen LMS Betrieb in einem LMS	<ul style="list-style-type: none"> • „Verpackungsvorschriften“ zur Speicherung von Lernmaterialien • Austauschbarkeit von Inhalten zwischen verschiedenen LMS • Standardisierte Verwaltung und Betrieb von Lernmaterialien in einem LMS • Reihenfolge und Navigation in Lernmaterialien 	<ul style="list-style-type: none"> • IMS Content Packaging (IMS CP) • SCORM (ADL SCORM) • AICC/CMI, Package Exchange Notification (AICC)
Lerninhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Innere Struktur der Lerninhalte • Aufgabenformate und standardisierte Speicherungsverfahren • XML-Struktur für Lerninhalte • Einbettung in Lerninhaltsseiten 	<ul style="list-style-type: none"> • QTI (IMS Question and Test Interoperability – Standardisierung von Übungen und Tests) (IMS QTI)
Informationen über Lernende	Erfassung und Austausch (zwischen Lernplattformen) von Informationen über Lernende <ul style="list-style-type: none"> • Persönliche Informationen über Lernende, wie Name, Adressdaten, • Zugänglichkeit zu Informationen, z. B. Sprachkenntnisse, eventuelle Behinderungen • Kompetenzen, Qualifikationen, leistungsbezogene Informationen, Studiennachweise • Präferenzen, Ziele z. B. Karriere/Lernarbeit, Interessen 	<ul style="list-style-type: none"> • IMS LIP • IMS RDCEO (Reusable Definition of Competency or Educational Objective Information Model) (IMS RDCEO) • IEEE PAPI (Personal and Private Information)
Suche/Auswahl von Lerninhalten (Metadaten)	Definition von Metadaten (beschreibende Informationen) zu Lerninhalten, neben vielen weiteren Informationen, z. B. folgende: Einsatzmöglichkeiten der Inhalte (inhaltliche Verschlagwortung, notwendige Vorkenntnisse/typische Altersstufe/ Bildungsphase, Schwierigkeitsgrad usw. Nutzungsrechte, Autoren, Historie und Status (z. B. Auflage/Version) des Inhalts	<ul style="list-style-type: none"> • IEEE LOM • DC (Dublin Core) (ISO 15836:2003)

Tabelle 9: Übersicht über inhaltspezifische E-Learning-Standardisierungsverfahren; ergänzte Fassung nach Niegemann et al. (2008)

Basierend auf dieser Übersicht existiert eine Vielzahl weiterer Bestrebungen zur Standardisierung spezifischer Aspekte von digitalen Lernprozessen. Im Rahmen dieser Arbeit werden nachfolgend Standards betrachtet, die eine Indexierung von Lerninhalten über Metadaten und eine Konzeption und Implementierung von digitalen Lernobjekten fokussieren.

Learning-Objects-Metadaten(LOM)-Standard

Über den 2002 vom Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) verabschiedeten *Learning-Objects-Metadaten(LOM)-Standard* werden zu digitalen und nichtdigitalen Lernobjekten Metadaten hinzugefügt, um die Suche und die Austauschbarkeit zu vereinfachen. Lernobjekte können Lerneinheiten, multimediale Objekte, Kurse, aber auch Bücher sein. Wesentlich ist, dass durch LOM

ein Lernobjekt eindeutig identifiziert werden kann, wodurch das Suchen und Finden, die Verteilung sowie die Wiederverwendung dieser Lernobjekte ermöglicht wird. Der Standard beschreibt insgesamt neun Kategorien von Metadatenfeldern, die einem Lernobjekt hinzugefügt werden sollen:

1. Allgemein: grundlegende Informationen, die den Lerninhalt als Ganzes beschreiben
2. Lebenszyklus: Eigenschaften, die einerseits die Geschichte und den aktuellen Zustand des Lernobjektes, andererseits die beeinflussenden Lernobjekte beschreiben
3. Metametadaten: Informationen über die Metadaten und über deren Erstellung
4. Technische Kategorie: technische Voraussetzungen und Merkmale, z. B. Formate, Player, Abspieldauer,
5. Pädagogische Kategorie: pädagogische Beschreibung des Lerninhalts/Lernobjekts, z. B. Lernaktivitätstyp (Simulation, Übung, Problemstellung usw.), Interaktivitätsgrad, typisches Alter der Zielgruppe, Schwierigkeitsgrad, typische Lernzeit, Sprache
6. Rechte: z. B. Kosten, Nutzungsbedingungen, Copyright
7. Verwandte Ressourcen: Beziehungen zwischen dem Lernobjekt/-inhalt und anderen verwandten Lernobjekten/-inhalten
8. Anmerkungen: z. B. zu Erfahrungswerten beim Einsatz und dem erzielten Nutzen
9. Klassifikation: Einordnung des Lernobjekts in Klassifizierungssysteme²²

Durch diese Kategorien ist es somit möglich, Lernobjekte sehr detailliert zu beschreiben, was sich in der Praxis als sehr arbeitsaufwendig erweist. Grundsätzlich stellt die Metadatenerfassung für die Entwickler digitaler Inhalte eine große Arbeitsbelastung dar. Diese wird dadurch begründet, dass eine spezifische Trennung, z. B. Lernobjekte, Lernaktivitäten, Lernpfade, Lektionen, zwischen Lerninhalten kaum möglich ist (Niegemann et al. 2008, 610). Pawlowski (2001) kritisiert in diesem Zusammenhang, dass im LOM-Standard wesentliche didaktische Attribute fehlen, zum Beispiel die Eignung von Ressourcen für konkrete didaktische Methoden. Vorhandene didaktische Kennziffern zur Bewertung der Interaktivität, der semantischen Dichte oder der kognitiven Komplexität wurden berücksichtigt, werden aber als subjektiv bezeichnet und widersprechen damit dem Kriterium der Wiederverwendbarkeit digitaler Lernobjekte (Schulmeister 2001, 149 f.). Konkret zeigt sich diese Kritik durch die *pädagogische Kategorie*:

²² Übernommen aus Niegemann et al. 2008, 608.

Element	Beschreibung
Interaktivitätstyp	Aktives und produktives Lernen Rezeption von Lerninhalten Vernetzung von aktivem und rezeptivem Lernen
Lernressourcentyp	Übungsaufgabe, Simulation, Fragebogen, Diagramm, Abbildung, Graph, Gliederung, Folie, Tabelle, erzählender Text, Examen, Experiment, Problemstellung, Selbsteinschätzung, Vortrag
Interaktivitätslevel	Sehr gering, gering, mittel, hoch, sehr hoch
Semantische Dichte	Sehr gering, gering, mittel, hoch, sehr hoch
Endbenutzerrolle	Lehrender, Autor, Lernende, Manager
Kontext	Schule, weiterführende Schulbildung, Übung/Training, Andere
Alter	Altersbereich
Schwierigkeit	Sehr leicht, leicht, mittel, schwer, sehr schwer
Typische Dauer	Offene Textangabe
Beschreibung	Offene Textangabe
Sprache	Auswahlfeld

Tabelle 10: Pädagogische Kategorie im Learning-Objects-Metadata-Standard (entnommen aus IEEE 1484.12.1-2002)

Grundsätzlich eignen sich die Metadatenfelder zur Beschreibung digitaler Lernobjekte. In Übereinstimmung mit Schulmeister (2001) ist jedoch zu hinterfragen, ob auch komplexe und dynamische Lernprozesse aus lernpsychologischer Sicht durch diese Metadatenkategorie erfasst werden sollten. Weitergehend muss geprüft werden, inwiefern die Metadaten für die Beschreibung der Zielgruppe und für spezifische didaktische Methoden geeignet sind.

Zusammenfassend stellt der LOM eine umfassende Systematik zur Metadatenerfassung dar, bei der nach Allert et al. (2002) die inhaltliche Perspektive von Lernobjekten fokussiert wird und konkrete didaktische Aspekte nur ansatzweise berücksichtigt werden. Obwohl mit den geschilderten Punkten umfassende Kritik am LOM-Standard vorliegt, besitzt dieser eine hohe Relevanz in der Beschreibung digitaler Lernobjekte und wissenschaftlicher Arbeiten zur Weiterentwicklung des Standards (Neven et al. 2002; Polsani 2006; Strickroth et al. 2014; Raza et al. 2016). In weiteren Forschungsarbeiten muss jedoch geklärt werden, wie durch eine Metadatenerfassung die lernpsychologischen Charakteristika digitaler Lernobjekte stärker berücksichtigt werden können.

Sharable Content Object Reference Model (SCORM)

Zum Austausch von Informationen zwischen Lernmanagement-Systemen und digitalen Lernobjekten und dem Betrieb digitaler Lernobjekte wurde ab 1999 mit SCORM (*Sharable Content Object Reference Model*) von ADL (*Advanced Distributed Learning*) eine Empfehlung zur Standardisierung von Lernobjekten entwickelt. Das SCORM-Referenzmodell beinhaltet eine Sammlung von Standards und Spezifikationen zur Nutzung internetbasierter Lernobjekte und zur Wiederverwendung und Austauschbarkeit zwischen Lernplattformen (Niegemann 2008, 608). Ausgehend von der Version SCORM 1.1 wurde in mehreren Entwicklungsschritten die Versionen SCORM 2004 bis zum Jahr

2009 entwickelt. In der der letzten Version beschreiben nachfolgende Dokumente die Kompatibilität von SCORM-Lernobjekten:

- Durch das *SCORM Content Aggregation Model (CAM)* wird auf Grundlage einer XML-Spezifikation festgelegt, wie digitale Ressourcen aggregiert werden, damit diese durch Lernmanagementsysteme importiert und ausgetauscht werden können. Durch den integrierten LOM-Standard wird über Metadaten eine Indexierung von Inhalten ermöglicht.
- Durch *SCORM Runtime Environment (RTE)* werden Anforderungen festgelegt, damit SCORM-kompatible Lernobjekte in Lernmanagementsysteme integriert werden können. Im Mittelpunkt stehen Schnittstellen und Datenmodelle, um eine Kommunikation zwischen den Lernobjekten und dem Lernmanagementsystem zu ermöglichen. In einem typischen Anwendungsprozess (vgl. Abb. 8) wird demnach das Lernobjekt durch das Lernmanagementsystem bereitgestellt und initialisiert.

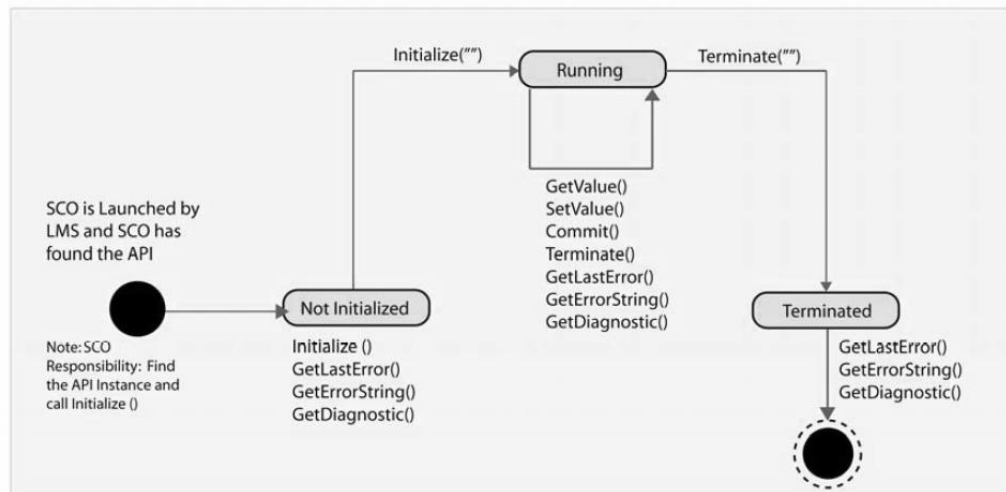


Abbildung 8: Conceptual State Model des IEEE zur SCORM-Spezifikation²³

- Die Präsentation und Ablaufsteuerung von Lernobjekten wird durch die *SCORM Sequencing and Navigation (SN)* geregelt. Auf Grundlage von Aktivitätsbäume werden Benutzeraktivitäten innerhalb von Lernobjekten formalisiert.

Aus diesen SCORM-Spezifikationen können weitergehende Anforderungen zur Konzeption und Entwicklung digitaler Lernobjekte abgeleitet werden. Aus technischer Perspektive existiert ein grundlegendes Problem durch die insgesamt sieben SCORM-Versionen (SCORM 1.1 bis SCORM 2004, vierte Version) und deren Kompatibilität mit Lernmanagementsystemen. Werden in digitalen Lernobjekten die Spezifikationen der letzten SCORM-2004-Version implementiert, können diese in der

²³ Übernommen aus Advanced Distributed Learning (2001).

aktuellen Version von Lernmanagementsystemen nicht integriert werden, weil diese häufig nur eine SCORM-1.2-Kompatibilität aufweisen. Für Entwickler existieren demzufolge Hürden, durch die aktuelle technologische Potenziale nicht genutzt werden können. Letztendlich wird die technische Wiederverwendbarkeit als grundlegendes Ziel digitaler Lernobjekte nur innerhalb der Versionen (Newman 2002) ermöglicht, was insbesondere aus ökonomischen Gründen nicht tragbar ist.

Sehr viel schwerwiegender ist jedoch die Kritik an der lernpsychologischen Ausrichtung des SCORM-Referenzmodells. Eine zentrale Eigenschaft von SCORM-kompatiblen Lernobjekten ist die Bereitstellung pädagogisch neutraler Inhalte, wodurch aktuelle Anforderungen zur effektiven Gestaltung von Lernprozessen nicht berücksichtigt werden. Weitergehende Kritik basiert auf den technologischen Einschränkungen, die durch die SCORM-Spezifikationen vorliegen. Im Mittelpunkt der Kritik steht die Konstruktion digitaler Lernprozesse, die sich durch eine einseitig regulierte Kommunikation auszeichnen, die hauptsächlich asynchron stattfindet. Eine Vielzahl didaktischer Methoden und Kommunikationsprozesse kann somit nicht abgebildet werden.

Experience API als Nachfolger des SCORM-Referenzmodells

Ausgehend von diesen Beschränkungen des SCORM-Referenzmodells wird seit dem Jahr 2009 die Experience API (xAPI) als Spezifikation für digitale Lernprozesse entwickelt. Insbesondere die Anforderungen des Mobile Learning und interaktive Lernprozesse sollen durch diese Entwicklung berücksichtigt werden. Das Hauptziel der xAPI sind die Abbildung, die Speicherung und der Austausch von Aussagen (*statements*) über Erfahrungen aus Lernprozessen in einem *Learning Record Store* (LRS).

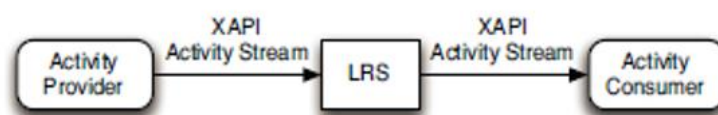


Abbildung 9: Grundlegende xAPI Struktur²⁴

Im Rahmen der xAPI-Spezifikation existieren mit der Spezifikation zum Datenformat und mit der Speicherung von Daten aus Lernprozessen zwei Komponenten, die nachfolgend beschrieben werden.

²⁴ Quelle: <https://github.com/adlnet/xAPI-Spec/blob/master/xAPI-About.md#partone>, abgerufen am 12.06.2017.

Spezifikation zum Datenformat

Den Ausgangspunkt der Speicherung von Lernerdaten stellen Activity Providers (APs) dar, durch die Activity Statements im LRS gespeichert werden. Activity Providers (vgl. Abb. 10) agieren als Sensornetzwerke und können Akteure innerhalb von Lernprozessen identifizieren (Glahn 2013, 268) und die Validität von *statements* verifizieren. In der Spezifikation wird einem *statement* nachfolgendes Datenformat zugeordnet:

Attribut	Beschreibung
Unique Identifier	Schlüssel zur Identifikation des Lernenden oder des Datensatzes
Akteur	Ein Akteur kann über eine E-Mail-Adresse, einen Benutzernamen (Twitter etc.) oder OpenID (Recordon, Rae & Messina 2009) identifiziert werden.
Verb	Beschreibung der Aktivität aus dem Lernprozess
Objekt	Beschreibung des Lernobjektes
Ergebnis	Feld zur Speicherung der Lernergebnisse (bspw. Punktzahl, Lernergebnis oder Kompetenzerwerb)
Kontext	Unterscheidung zwischen Kernkontext und erweitertem Kontext. Der Kernkontext beinhaltet Informationen zu den Beteiligten (Lehrende und Lernende), Lernplattform, die Sprache im Lernprozess und ein <i>framing statement</i> , das die Aktivität einer übergeordneten Aktivität zuordnet. Dagegen ist der erweiterte Kontext nicht konkret spezifiziert. Hierzu können soziale Relationen oder auch Umgebungsfaktoren zählen.
Zeitstempel	Unix-Zeitstempel der Aktivität
Speicherung im LSR (Stored)	Zeitstempel zur Speicherung im LSR
Authority	Instanz zur Verifikation der Validität von Statements
Protokollversion	xAPI-Protokoll-Version
Anhänge	Weitere Felder zur Angabe spezifischer Daten

Tabelle 11: Datenformat der *statements* in der xAPI

Ausgehend von diesem Datenschema erfolgt eine grundlegende Speicherung eines *Activity Statements* auf Grundlage des Schemas (Akteur, Verb, Objekt) in einem LRS. Exemplarisch steht das Schema für einen Lernenden (Akteur) der eine Aktivität (Verb) und in diesem Zusammenhang wird ein Lernobjekt oder eine Plattform verwendet (Objekt). Weitergehend können durch Nutzung des Datenfeldes *Anhänge* auch komplexere Lernprozesse gespeichert werden.

Speicherung von Daten aus Lernprozessen

Die Speicherung von *statements* erfolgt in einem LRS, das in einem Lernmanagement-System verankert ist oder eigenständig existieren kann (Delano & Shahrazad 2013). LRS dienen zur Speicherung und Bereitstellung von *activity statements* als *activity streams* (vgl. Abb. 10), die Sequenzen von *activity statements* darstellen. Das LSR stellt somit den Mittelpunkt der xAPI-Spezifikation dar

und ist für die Validierung der Datenflüsse und Authentifizierung (unterstützt werden Auth oder OAuth; Boyd 2012) der Kommunikationspartner verantwortlich. Im Rahmen der Speicherung von Daten wird durch das LRS validiert, dass die gesendeten Daten die xAPI-Konformität aufweisen. Ein Zugriff auf *statements* aus dem LRS erfolgt ausschließlich mit Leserechten (*read only*), sodass eine nachträgliche Veränderung der gespeicherten Daten nicht möglich ist. Zur Bereitstellung dieser Funktionalitäten werden durch das LRS zwei Schnittstellen spezifiziert.

- Über das *statement interface* wird die Speicherung von *activity statement* implementiert. Sensornetzwerken wird über diesen Zugriffspunkt der Austausch von Daten in der Lernumgebung ermöglicht.
- Dagegen werden über *document interfaces* Funktionen für *activity providers* bereitgestellt, damit diese Schlüssel-Wert-Paare (*key value pairs*) im LRS speichern können. Bei dieser Funktion wird zwischen nachfolgenden Dokumenten unterschieden:

Dokumententyp	Beschreibung
<i>State interface</i>	Über das <i>state interface</i> können <i>activity providers</i> ihren internen Zustand in Bezug auf ein <i>activity statement</i> speichern.
<i>Activity profile interface</i>	Über diese Schnittstelle werden Anmerkungen zum <i>statement</i> abgespeichert.
<i>Agent profile interface</i>	Über das <i>agent profile interface</i> werden Schlüssel Wert Paare in Bezug auf den Agent abgespeichert.

Tabelle 12: Übersicht über die xAPI-Document-interfaces

Die Speicherung von Daten über LRS stellt somit eine wesentliche Unterscheidung zu SCORM dar. Im Mittelpunkt der Spezifikation steht der Lernende und nicht mehr das LMS. Die Lernerdaten können orts- und systemunabhängig gespeichert und abgerufen werden. Durch die Nutzung offener Standards und übersichtlicher Strukturen zur Speicherung der Daten werden die Lernerdaten durch beliebige autorisierte Systeme verarbeitet und zur Generierung von Auswertungen genutzt.

Im Vergleich zum SCORM-Referenzmodell werden durch die xAPI umfassende Anforderungen moderner technologischer Lehr-Lernprozesse berücksichtigt, was auf die Lerner-Zentrierung und die offenen informatischen Strukturen zurückzuführen ist. Aus Datenschutzperspektive ist zu hinterfragen, inwiefern die Sicherheit und Privatsphäre bei der Verarbeitung von Daten durch die xApi berücksichtigt werden können. Durch die Speicherung von *activity statements* entstehen umfassende Benutzerprofile, deren Speicherort und Berechtigungen spezifisch festgelegt werden müssen. Weitergehend entstehen durch *activity streams* große Mengen an heterogenen Datensätzen. In Bezug auf eine hohe Granularität stellt sich die Frage, was gespeichert werden muss und wie eine zielgerichtete Auswertung erfolgen kann. In diesem Kontext besteht die Notwendigkeit von fach- und

zielgruppenspezifischen Auswertungstools, um die Auswertung großer und heterogener Datenmengen zu ermöglichen.

5.4 Empirische Perspektive

Eine Vielzahl von Untersuchungen zur technologischen Unterstützung in Vorlesungen befassen sich mit Abstimmungssystemen. In dieser Arbeit werden nur Systeme betrachtet, die eine direkte technologische Unterstützung in der Vorlesungssitzung vorsehen und didaktische Zielvorstellungen berücksichtigen. Dementsprechend werden nachfolgend empirische Untersuchungen zu Abstimmungssystemen spezifisch betrachtet.

5.4.1 Abstimmungssysteme

Durch *Abstimmungssysteme* (Audience Response System, Electronic Voting Systems oder Classroom-Response-Systeme) werden Stimmabgaben in meist großen Lerngruppen zu vorgegebenen Fragen ermöglicht. In der Regel werden die Ergebnisse (relative Häufigkeiten) von den Lehrenden unmittelbar präsentiert und im Plenum besprochen. Das grundlegende Ziel von Abstimmungssystemen ist die Integration von Partizipationsmöglichkeiten und der daraus folgenden Aktivierung der Teilnehmenden. Durch die visualisierte Auswertung der Ergebnisse können zudem Rückmeldungen für den Lehrenden oder die Lernenden ermöglicht werden und eine unmittelbare Lernzielkontrolle erfolgen. Aufgrund der umfassenden Verbreitung von mobilen Endgeräten, z. B. Smartphones, Tablet-Computer, sind die Ausstattungskosten relativ gering, da auf das bestehende WLAN und die Präsentationseinrichtung der Vorlesungsräume zurückgegriffen werden kann.

Abstimmungssysteme werden weltweit an Universitäten eingesetzt, um u. a. auf die bestehende Kritik an der konventionellen Vorlesung zu reagieren. Grundsätzlich eignen sich die nachfolgenden Ergebnisse aus Meta-Studien (Caldwell 2007; Kay & LeSage 2009; Simpson & Oliver 2007) deswegen, weil durch sie ein Vergleich zwischen Untersuchungszielen und dem jeweiligen Forschungsdesign im Rahmen dieser Arbeit ermöglicht wird.

5.4.2 Wahrnehmung

Untersuchungen (Kay & LeSage 2009) zur Wahrnehmung von Abstimmungssystemen zeigen, dass diese grundsätzlich positiv eingestuft werden. Ähnliche Befunde ergeben sich auch aus einer Studie (n = 125) von Caldwell (2007), in der 88 % der Studierenden angaben, dass der Einsatz von Abstimmungssystemen regelmäßig oder immer als positiv empfunden wird. Auch bei der Befragung, ob Abstimmungssysteme angenehm, hilfreich oder weiterhin genutzt werden sollten, zeigt sich eine

Zustimmung von etwa 70 %. Weniger konsistent sind die Ergebnisse bei der Frage, ob durch Abstimmungssysteme eine Unterstützung im Lernprozess ermöglicht wird (Caldwell 2007, 14). Von den Studierenden wird besonders hervorgehoben, dass die Anonymität der Partizipation an der Vorlesung, der Vergleich der eigenen Ergebnisse mit denen der anderen Lernenden und die Besprechung der Ergebnisse in Gruppen als positiv empfunden werden. Weitergehend werden Abstimmungssysteme negativ bewertet, wenn die Teilnahme kostenpflichtig ist, eine Verbindung zur Bewertung im Examen existiert oder kooperative Lehrformen von den Studierenden präferiert werden (Caldwell 2007, 16). Wie erwartet zeigt sich in diesem Zusammenhang, dass die Einstellung zum Einsatz von Abstimmungssystem unter anderem von der didaktischen Einbettung und dem Rückgriff auf eine bestehende Infrastruktur abhängig ist.

In weiteren Studien untersuchten Trees und Jackson (2003) Aspekte der Wahrnehmung, der Motivation, des Engagements und Einstellungen der Studierenden in Bezug auf Abstimmungssystemen. Untersucht wurden Vorlesungsgruppen mit durchschnittlich 376 Lernenden unter Zuhilfenahme von begleitenden Fragebögen (Trees & Jackson 2003, 28). Studierende, die eine Involvierung in eine Lerngruppe und Rückmeldungen im Lernprozess präferieren, gaben mehrheitlich eine positive Einstellung gegenüber Abstimmungssystemen an. Studierende bewerten Abstimmungssysteme dagegen dann negativ, wenn sie keine aktive Rolle präferieren und sich durch den Einsatz des Systems hauptsächlich extrinsisch motiviert fühlen. Die Auswertung der Wahrnehmung der Effekte auf die Lernleistung ergibt, dass die Studierenden im ersten und zweiten Jahr einen größeren Lernzuwachs wahrnehmen als die Studierenden im dritten und vierten Jahr. Trees und Jackson konnten vermutlich einen *Neuigkeitseffekt* in der Nutzungsdauer nachweisen. Je länger die Studierenden mit Abstimmungssystemen unterstützt werden, desto geringer schätzen sie die positiven Effekte beim Lernen ein. Ergänzend wäre zu hinterfragen, ob sich während der Nutzung auch die Art und Inhalte der Wissensvermittlung geändert haben und damit die veränderte Wahrnehmung zu erklären ist. Als entscheidenden Faktor für die Wahrnehmung von technologischen Interventionen nennen Trees und Jackson (2003) die Anforderung, dass eine Übereinstimmung mit dem pädagogischen Konzept des Lehrenden und der Lernenden existiert:

„Yet, from an instructional viewpoint, there are advantages to developing alternatives to the traditional lecture. In other words, the final effectiveness of the clicker will rest with each student accepting the potential of clickers to positively affect their learning. The success of the clickers is in many ways dependent on social, not technological, factors“ (Trees & Jackson 2003, 38).

Demnach basiert ein effektiver Einsatz von Abstimmungssystemen nicht primär auf technologischen Faktoren, sondern vertiefend auf der individuellen Akzeptanz der Teilnehmenden (vgl. Kap. 7.6.2).

5.4.3 Engagement im Lernprozess

Grundsätzlich ist zu hinterfragen, ob der Einsatz von Abstimmungssystemen auch zu einer vertieften Auseinandersetzung mit den Inhalten der Vorlesung führt. Dies kann sich zum einen in den Teilnehmerzahlen, aber insbesondere durch die kognitive Aktivierung der Teilnehmenden zeigen. Einige Studien (Salemi 2008; Aceti 2012) weisen darauf hin, dass mit der Integration von Abstimmungssystemen auch das Engagement der Studierenden in der Vorlesung stärker ausgeprägt ist. In einer Untersuchung (n = 132) von Gauci et al. (2007) wurden im Rahmen dieser Fragestellung zwei Vorlesungen verglichen. In der Vorlesung mit Abstimmungssystem konnte eine höhere Teilnehmerzahl von durchschnittlich 85 % nachgewiesen werden, während in der Vergleichsgruppe die Teilnehmerzahl bei 60 % lag. Die Auswertung der begleitenden Nutzerbefragung zeigt, dass sich die Studierenden durch den Einsatz des Abstimmungssystems kognitiv aktiver fühlen. Auch Caldwell (2007) bestätigt, dass nicht nur von einem erhöhten Engagement, sondern auch von einem gesteigerten thematischen Interesse gesprochen werden kann. Van Dijk et al. (2001) stellen jedoch heraus, dass es keine Hinweise darauf gibt, warum sich Studierende stärker engagieren und mehr Interesse zeigen. Konkrete Einflussfaktoren werden aufgrund der heterogenen Untersuchungsbedingungen nicht genannt. Nach Gauci et al. (2007) kann eine intensive Auseinandersetzung mit den Abstimmungsfragen damit begründet werden, dass die individuellen Ergebnisse in die Leistungsbeurteilung einfließen.

„Physics instructors report that when clicker scores accounted for 15% or more of the course grade, attendance levels rose to 80–90%, preparation for quizzes became more serious, and students were noticeably more alert during class“ (Burnstein & Lederman 2001, 8).

Eine relevante Verbindung zur Leistungsbeurteilung scheint demnach ein Faktor für die vertiefte Auseinandersetzung mit den Inhalten darzustellen. An dieser Stelle ist jedoch zu hinterfragen, ob ein solcher Zusammenhang nicht prinzipiell für alle didaktischen Methoden gilt. Gleichzeitig sind jedoch Seiteneffekte zu den Ergebnissen der Wahrnehmung zu beachten, weil durch eine integrierte Leistungsbeurteilung auch eine indirekte Verpflichtung zur Teilnahme an der Vorlesungssitzung existiert. Caldwell (2007) erklärt dagegen die höheren Teilnehmerzahlen durch eine veränderte Kommunikationssituation und die intrinsische Motivation der Studierenden.

5.4.4 Einfluss auf die Prüfungsleistung

Weniger konsistent sind die Angaben der Studierenden, ob Abstimmungssysteme eine Unterstützung im Lernprozess (Caldwell 2007) ermöglichen. Ergänzend dazu zeigen Untersuchungen zum Lernzuwachs, dass durch den Einsatz von Abstimmungssystemen keine positiven Effekte auf die Prüfungsergebnisse identifiziert werden konnten (Knight & Wood 2005). Dagegen konnten Kay und LeSage (2009) in einer Analyse von Vergleichsstudien positive Effekte auf die Prüfungsergebnisse identifizieren. Kim et al. (2015) konnten in einer Vergleichsstudie nachweisen, dass durch das eingesetzte Abstimmungssystem kein signifikanter Einfluss auf die Prüfungsergebnisse existiert. In Befragungen stellte sich jedoch heraus, dass durch den Einsatz eine Verbesserung der Konzentrationsleistung und der Fokussierung auf Inhalte erreicht wurde. Allerdings muss hinterfragt werden, ob das Untersuchungsdesign ausreichend abgesichert ist, um valide Ergebnisse erheben zu können.

In einer weiteren Untersuchung wurde von Mangold (2008) der Wissenserwerb in interaktiven im Vergleich zu klassischen Vorlesungen untersucht. Dazu wurden in die interaktive Vorlesung verschiedene technologische Möglichkeiten (Abstimmungen, Call-in-Dienste²⁵ und auch veranstaltungsbegleitende Dienste) zur Partizipation und Kommunikation integriert. Durch ein Pretest-Posttest-Design in Verbindung mit einer Experimental- und Kontrollgruppe wurden der qualitative und quantitative Lernzuwachs und die längerfristige Behaltensleistung gemessen. Die Auswertung zeigt, dass die Teilnehmer der interaktiven Vorlesung ein besseres Ergebnis im quantitativen Lernzuwachs erreichen konnten. Dagegen schnitten die Teilnehmer der konventionellen Vorlesung bei der qualitativen Lernleistung besser ab. Die Autorin konnte in diesem Zusammenhang nachweisen, dass die klassische Vorlesung im Bereich des Wissenserwerbs signifikant überlegen war (Mangold 2008, 113). Eine höhere quantitative Behaltensleistung der interaktiven gegenüber der klassischen Vorlesung konnte nicht nachgewiesen werden. Allerdings zeigen die Daten, dass eine signifikant höhere längerfristige Behaltensleistung der interaktiven Vorlesung in Bezug auf das Konzeptualisierungswissen und den Erwerb von Wissen in anwendungsbezogenen Themen erreicht wurde. Mangold konnte demnach nachweisen, dass durch den Einsatz von technologisch unterstützter Interaktivität positive Effekte auf den Wissenserwerb existieren. Allerdings werden auch in dieser Studie die Ergebnisse über ein interaktives Konzept einer Vorlesung erklärt und nicht nach den intervenierenden Maßnahmen differenziert.

Ein vergleichbare Pretest-Posttest-Studie (n = 71) wurde auch von Dijk et al. (2001) durchgeführt, die die Effekte eines Abstimmungssystems durch zwei Experimental- und eine Kontrollgruppe (E1;

²⁵ Durch Call-in-Dienst können Teilnehmer dem Lehrenden in der Vorlesung Informationen übermitteln, damit dieser die Vorlesung gegebenenfalls anpassen kann.

E2; K1) untersuchten. In der ersten Experimentalgruppe (E1) wurde ein Abstimmungssystem eingesetzt, während in der zweiten Experimentalgruppe (E2) zusätzlich die Methode *peer instruction* (Mazur 1997) integriert wurde. In der Kontrollgruppe wurden dieselben Inhalte im Rahmen einer konventionellen Vorlesung vermittelt.

Wie anzunehmen, konnte in der Experimentalgruppe (E2), in der das Abstimmungssystem in Verbindung mit der Diskussionsmethode eingesetzt wurde, die höchste Aktivierung der Studierenden erreicht werden. In der Experimentalgruppe (E1), in der nur das Abstimmungssystem eingesetzt wurde, konnten signifikant niedrigere Posttest-Ergebnisse im Vergleich zu den anderen Gruppen nachgewiesen werden. Im Vergleich der Kontrollgruppe (keine technologische Unterstützung) und der Experimentalgruppe (E2) zeigen sich keine signifikanten Unterschiede der Posttest-Ergebnisse. Das schlechtere Ergebnis der Experimentalgruppe (E1) wird von den Autoren mit einer hohen Passivität und somit geringen Initiative zur Auseinandersetzung mit den Vorlesungsinhalten begründet. Insgesamt konnten auch bei dieser Untersuchung positive Effekte durch ein Konzept einer interaktiven Vorlesung (Abstimmungssystem und Diskussionsmethode) nachgewiesen werden.

Tlhoale et al. (2014) untersuchten die Integration von Abstimmungssystemen²⁶ in Vorlesungen mit dem Fokus auf Interaktivität. Das Ziel war die Identifikation von signifikanten Einflussfaktoren im Bereich der studentischen Motivation und der Lernleistung. Die Pretest-Posttest-Studie basiert auf dem Vergleich einer konventionellen mit einer interaktiven Vorlesung, in der ein Abstimmungssystem eingesetzt wurde. Zur systematischen Untersuchung von Abstimmungssystemen wurde ein theoretisches Framework (vgl. Abb. 10)²⁷ konzipiert, das als aggregierte Zielgröße eine *academic performance* (Tlhoale et al. 2014, 65) inkludiert.

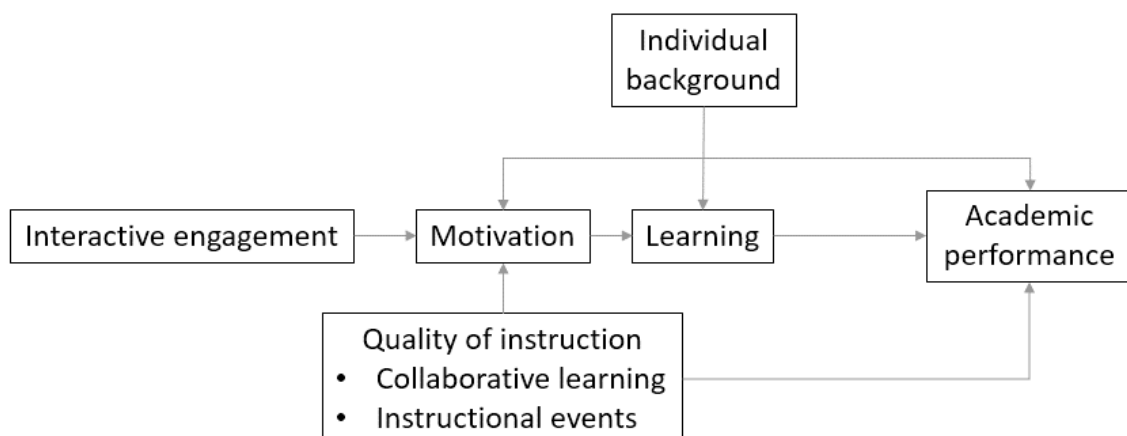


Abbildung 10: Framework übernommen aus Tlhoale et al. (2014) zur Untersuchung interaktiver Vorlesungen

²⁶ Zudem wurden Gruppendiskussionen und Partnerdiskussionen als interaktive Aktivitäten durchgeführt.

²⁷ Basierend auf dem Modell der *educational effectiveness* nach Creemers & Kyriakides (2008).

Tlhoaele et al. (2014) beschreiben durch das Framework einen direkten Einfluss von *interactive engagement* auf die Motivation der Studierenden und somit auf eine *academic performance*. Im Vergleich zu den bisherigen Studien werden zudem individuelle Lernermerkmale und die Qualität der Instruktion als Komponente der Motivation mit in die Erklärung von Effekten integriert.

Zur Überprüfung dieser Zusammenhänge wurde eine Studie (n = 71) mit einem Pretest-Posttest-Design und einer Aufteilung in Experimental- und Kontrollgruppe implementiert. Während in der Experimentalgruppe interaktive Methoden eingesetzt wurden, vermittelte der Lehrende in der Kontrollgruppe die identischen Inhalte ausschließlich frontal. Die nachfolgende Tabelle²⁸ zeigt den zeitlichen Verlauf der interaktiven Vorlesung:

Aktivität	zugewiesene Zeit (Min.)
Organisatorische Inhalte	10
Abstimmungssystem, Eingangswissen (Multiple-Choice-Frage)	5
Klassische Vorlesung	20
Individuelle Anstrengung	2
Gruppendiskussion	5
Diskussion im Plenum	10
Rückmeldung durch den Lehrenden	8

Tabelle 13: Zeitplan der interaktiven Vorlesung im Forschungsdesign nach Tlhoaele et al. 2014

Die Zeitplanung integriert den Einsatz von drei interaktiven Methoden, wobei nur die Abstimmung zu Beginn der Vorlesung technologisch unterstützt wurde. Der Forschungsansatz verfolgt eine isolierte Integration der einzelnen Methoden, was sich insbesondere an der Phase der klassischen Vorlesung (vgl. Tabelle 13) zeigt. Durch die Ergebnisse der Experimentalgruppe konnten positive Effekte auf die Unterstützung des Lernprozesses und auf die Verbesserung der *academic performance* nachgewiesen werden.

Gruppe	N	Mittelwert Pretest	SD	Mittelwert Posttest	SD
Experimentalgruppe	36	42.78	6.77	65.56	7.90
Kontrollgruppe	35	44.17	8.78	44.86	10.08

Tabelle 14: Ergebnisse des Pretests und Posttests in der Studie von Tlhoaele et al. 2014

Die Autoren weisen auf einen deutlich höheren Lernzuwachs in der Kontrollgruppe hin und begründen diesen positiven Effekt durch den Einsatz von interaktiven Methoden. Diese führten zu einer höheren Motivation, sich mit den Inhalten der Vorlesung intensiv zu beschäftigen:

“Thus, students were interested in the learning process, especially the discussions, because they shared ideas which encouraged critical thinking and they also learned different methods

²⁸ Übernommen und übersetzt aus: Tlhoaele et al. (2014)

of solving specific problems from their peers during the discussions” (Tlhoale et al. 2014, 70 ff.).

Ein signifikanter Zusammenhang zwischen der durch Interaktivität ausgelösten Motivation und der *academic performance* konnte von Tlhoale et al. nicht nachgewiesen werden, obwohl andere Studien diesen Effekt belegen (Tella 2007; Patrick et al. 2007). Auch aus spezifischen Lernermerkmalen (Geschlecht, Alter usw.) konnten keine signifikanten Effekte auf die *academic performance* ermittelt werden.

Zusammenfassend stellen Tlhoale et al. (2014) die Effekte von interaktiven Methoden, zum Beispiel von Abstimmungssystemen, als einen zentralen Faktor der Verbesserung der *academic performance* heraus. Gründe für diese Effekte sind jedoch nicht nur die technologische Unterstützung, sondern auch inhaltliche und methodische Aspekte der Vorlesungsgestaltung. Vergleichbar mit den bisherigen Studien wird auch bei Tlhoale et al. (2014) das Konzept der Interaktivität anhand eines Vorlesungskonzeptes untersucht und nicht durch die spezifische interaktive Phasen innerhalb einer Vorlesungssitzung.

5.4.5 Zusammenfassung und Diskussion

Die Ergebnisse der Analysen von Caldwell (2007) und Kay und LeSage (2009) zeigen ein insgesamt positives Bild vom Einsatz von Abstimmungssystemen und somit zur technologischen Unterstützung der Wissensvermittlung. Grundsätzlich muss bei diesen Untersuchungen aber berücksichtigt werden, dass die jeweilige konkrete Gestaltung der Lehrform Vorlesungen (Nutzung verschiedener Methoden oder Phasen im Vorlesungsverlauf) nicht spezifisch betrachtet werden. Obwohl sich die Durchführungen der Lehrform Vorlesung aus didaktischer Perspektive in vielfacher Hinsicht unterscheiden, werden diese als vergleichbarere Untersuchungsgegenstand in den Meta- Studien betrachtet. Beispielsweise untersuchen Kay und LeSage (2009) die Effekte nicht nur in universitären Vorlesungen, sondern auch in verschiedenen Schulformen.

Eine Durchsicht der Studien zur Bereitstellung von technologisch unterstützter Interaktivität in Vorlesungen ergibt, dass in der Regel Abstimmungssysteme eingesetzt werden. In weiteren Studien (Reilly & Shen 2011) werden mit kleinen Stichproben prototypische Entwicklungen untersucht, deren Effekte jedoch keine externe Validität besitzen. Im Mittelpunkt dieser Untersuchungen steht die Erprobung eines informatischen Systems und nicht die Identifizierung von Effekten auf den Prozess der Wissensvermittlung. Die nachfolgende Tabelle zeigt im Überblick eine Auswahl von Untersuchungsergebnissen zu Abstimmungssystemen:

Autoren/Jahr	N	Gruppe	Fokus der Studie	Methode	Ergebnisse
Mangold 2001/2002	50	Studierende	Vergleich von klassischer und interaktiver Vorlesung	Kontrollgruppen, Design, Fragebögen	Gruppenspezifische Ergebnisse im Bereich qualitativer Lernzuwachs und der qualitativen längerfristigen Behaltensleistung
Kim et al. 2014	81	Studierende	Konzentration, Anwesenheit und Lernleistung	Begleitende Studie, Nutzerbefragung, Posttest	Examensnote (^), Konzentrationsleistung (+), Fokussierung von Inhalten (+)
Trees und Jackson 2007	1543	Studierende	Einstellungen, Wahrnehmung des Lernprozesses, Motivation, Lernleistung	Begleitende Studie, Fragebögen	Engagement (^), Motivation und Einschätzung der Lernleistung sind abhängig von der Einstellung (Akzeptanz) der Aktivierung in Vorlesungen.
Tlhoaele et al. 2014	71	Studierende	Interaktivität, Lernleistung	Kontrollgruppen, Design Pretest, Posttest,	Umgang mit Wissen (+), Motivation (+), Lernleistung (^)
Dijk et al. 2001	71	Studierende	Lernleistung, Aktivierung, Akzeptanz	Kontrollgruppen, Design Pretest, Posttest	(2) Aktivierung (+) (1) haben geringste Posttest Ergebnisse, Zusammenhang zwischen Akzeptanz von ARS und Lernleistung
Legende: (+) Verbesserung, (-) Verschlechterung, (^) kein Zusammenhang: Effekte durch den Einsatz interaktiver Technologien					

Tabelle 15: Forschungsüberblick über Abstimmungssysteme (eigene Darstellung)

Betrachtet man den dargestellten Forschungsstand und die skizzierten Meta-Analysen, so offenbaren sie Forschungsdesiderata, weil die dargestellten Studien und Forschungsdesigns vielfach auf fehlender Standardisierung der Erhebungen (Kay & LeSage 2009) und den spezifischen Erhebungskontexten beruhen und daher nicht generalisiert werden können.

„The reviews of the literature, however, also agree that much of the research so far is not systematic enough to permit scientific conclusions about what causes the benefits [...]“ (Caldwell 2007, 13)

Beispielsweise argumentiert Caldwell, dass die positiven Untersuchungsergebnisse mit dem Auftreten des *Hawthorne Effect* (Adair 1984) begründet werden könnte. Durch den Einsatz von Abstimmungssystemen finde ein anderer Umgang mit den Studierenden statt, womit positive Effekte besser erklärt werden können als mit dem generellen Einsatz der Methode. Um dem entgegenzuwirken müsse eine Untersuchung eine längerfristige Integration in Vorlesungen begleiten, sodass Störungen durch „Neuigkeitseffekte“ oder den „Hawthorne Effect“ verringert werden. Kay und LeSage (2009) bestätigen diese Annahmen und argumentieren, dass in vielen Untersuchungen zu Abstimmungssystemen Testinstrumente eingesetzt werden, die grundlegende empirische Gütekriterien nicht berücksichtigen. In diesem Zusammenhang werden Reliabilitäts- und Validitätsprüfungen gefordert.

Sollen jedoch der Einsatz und die Wirkung digitaler Lernobjekte in Vorlesungen untersucht werden, besteht die Notwendigkeit eines transparenten Forschungskonzeptes. Mögliche Untersuchungen dürfen sich in diesem Zusammenhang nicht auf ein interaktives Vorlesungskonzept beschränken, sondern müssen spezifische interaktive Methoden und Phasen fokussieren. Hierzu gehört auch die Identifikation fachspezifischer Effekte (Hake 1998; Hochschulrektorenkonferenz 2016), deren Ursachen in den bisherigen didaktischen Interventionen nicht vertieft analysiert wurden. Für die systematische Untersuchung technologisch unterstützter Interaktivität bestehen demnach nachfolgende Anforderungen:

1. Im Mittelpunkt möglicher Untersuchungen müssen technologisch unterstützte Phasen innerhalb einer Vorlesungssitzung stehen.
2. Zur Untersuchung der Wirkung und Wirksamkeit muss ein unmittelbarer Zusammenhang mit den Methoden und Inhalten der interaktiven Phase hergestellt werden.
3. Die Rahmenbedingungen und der technologische Einsatz müssen detailliert dokumentiert werden, um eine Vergleichbarkeit mit anderen Studien zu ermöglichen.
4. Die Dynamik und Zusammensetzung von Vorlesungsgruppen müssen bei der Untersuchung im zeitlichen Verlauf berücksichtigt werden.

Weitergehend wird zudem eine Tendenz zur qualitativen Erforschung von Abstimmungssystemen in Bezug auf isolierte Sachverhalte kritisiert. Kay und LeSage (2009) fordern deswegen, vermehrt quantitative Daten zu erheben und mit qualitativen Aussagen zu vernetzen. Auch bei der Auswertung der Untersuchungsgrößen zeigt sich, dass die meisten Studien die Einstellungen zu und die Effekte auf die Lernleistung untersuchen.

„However, no studies could be found examining the actual cognitive processes involved when students are involved in ARS-stimulated discussion“ (Kay & LeSage 2009, 825).

In diesem Zusammenhang stellen die tatsächlichen kognitiven Prozesse im Rahmen von interaktiven Methoden eine relevante Untersuchungsgröße dar, die noch nicht umfassend erforscht wurde. Grundlegend ist zu beachten, dass interaktive Phasen in Vorlesungen nicht automatisch zu einer kognitiven Aktivierung führen und auch aus konventionellen Vorlesungen nicht automatisch ein passives Verhalten resultiert:

„Thus although interactive teaching does not guarantee an active learner, it is more likely to encourage active learning and positively influence student motivation.[...] Thus some benefits associated with voting systems are likely to result from the changes in teaching practice that accompany their introduction“ (Simpson & Oliver 2007, 194).

Prinzipiell kann aber vermutet werden, dass über interaktive Methoden bei mehr Studierenden eine kognitive Aktivierung erreicht werden kann, als wenn die Vorlesung ausschließlich frontal gestaltet wird (van Dijk et al. 2001, 25).

Sollen interaktive Phasen innerhalb von Vorlesungssitzungen systematisch untersucht werden, dann muss durch das Forschungsdesign (vgl. Kap. 7) nicht nur der technologische Einsatz, sondern auch die Integration fachspezifischer Inhalte und Methoden berücksichtigt wird.

5.5 Zusammenführung der Ergebnisse in einem fachdidaktischen Rahmenmodell

Durch das nachfolgende Framework (vgl. Abb. 11) wird ein systematischer Zusammenhang zwischen der theoretischen Konzeption technologisch unterstützter Lernprozesse und den daraus resultierenden Lösungsmöglichkeiten für die konventionelle Vorlesung aufgezeigt. Gleichzeitig werden Anforderungen aus theoretischer und empirischer Perspektive an einen informatischen Entwicklungsprozess spezifiziert.

Den Ausgangspunkt der fachdidaktischen Weiterentwicklung stellt die Ist-Situation einer konkreten Vorlesung dar, deren Charakteristika mit der Begriffsdefinition der konventionellen Vorlesung (vgl. Kap. 2.1) abgeglichen werden müssen. Ausgehend von dieser Bestandsaufnahme der Lehr-Lernprozesse und den äußeren Rahmenbedingungen erfolgt ein Abgleich mit der beschriebenen Kritik aus lernpsychologischer und fachdidaktischer Perspektive. Im Rahmen des Entwicklungsvorhabens (vgl. Kap. 6) stellt sich insbesondere die Frage, welche Übereinstimmungen zwischen dem Prozess der Wissensvermittlung und den Anforderungen der Lehrenden und Lernenden existieren.

Werden aus diesem Analyseschritt grundlegende Probleme am Ist-Zustand der Vorlesung deutlich, dann müssen aus fachdidaktischer Perspektive Strategien zur Verbesserung der Wissensvermittlung entwickelt und legitimiert werden. Auf der Ebene von Lehr-Lernprozessen ist das Hauptziel eines *Shift from Teaching to Learning* jedoch immer konkret mit den Merkmalen der Teilnehmenden und der Dynamik der Vorlesung verbunden.

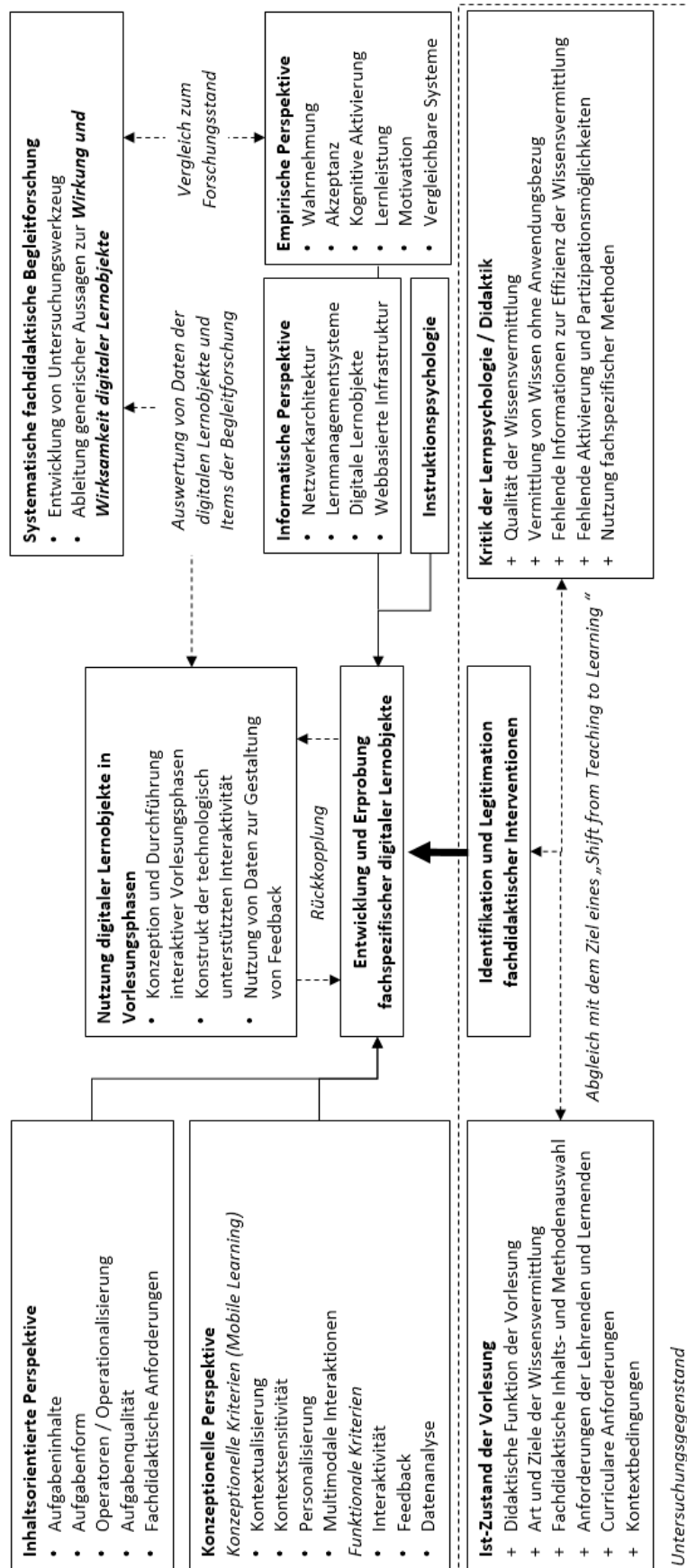


Abbildung 11: Rahmenmodell zur Nutzung digitaler Lernobjekte in Vorlesungen (eigene Darstellung)

Anhand der identifizierten Defizite der Wissensvermittlung der Vorlesung muss im nächsten Schritt geprüft werden, inwiefern spezifische Vorlesungsphasen technologisch unterstützt werden können. Im Mittelpunkt dieses fachdidaktischen Forschungsprozesses stehen die inhaltliche Konzeption und informatische Implementierung von digitalen Lernobjekten, die sich einem vierdimensionalen Prüfprozesses unterziehen müssen. Relevante Fragen ergeben sich aus der konzeptionellen und inhaltsorientierten Perspektive, aus den grundlegenden Anforderungen an die Auswahl und Gestaltung digitaler Lernobjekte entnommen werden. Demzufolge erscheint eine technologische Unterstützung nur dann zielführend, wenn durch die zu digitalisierenden Prozesse auch das Potenzial des *Mobile Learning* und der Interaktivität effektiv genutzt werden kann. Gleichzeitig muss ein Rückgriff auf die Erkenntnisse der Instruktionspsychologie und der empirischen Perspektive erfolgen, sodass eine Reflexion des Entwicklungsvorhabens ermöglicht wird. In diesem Zusammenhang wird ein Spannungsfeld zwischen fachdidaktischer Aufgabenkonstruktion und inhaltsbezogener Formalisierung (Algorithmisierung) spezifischer Bestandteile eines digitalen Lernobjektes deutlich. Die Entwicklung digitaler Lernobjekte endet mit der informatischen Implementierung und der Integration in die technologische Infrastruktur einer Vorlesung.

Der anschließende Einsatz der digitalen Lernobjekte in der Vorlesung erfordert, dass die gespeicherten Daten unmittelbar in Feedback-Phasen eingesetzt werden. Im Rahmen der Durchführung von interaktiven Vorlesungsphasen können umfassende Informationen zum Prozess der Wissensvermittlung zielgerichtet in eine Vorlesungssitzung integriert werden. Durch eine systematische fachdidaktische Begleitforschung müssen die Wirkung und Wirksamkeit ermittelt werden und ein Abgleich mit den ursprünglichen Defiziten der Vorlesung stattfinden.

Insgesamt werden durch das fachdidaktische Rahmenmodell die Ergebnisse in dieser Arbeit aus theoretischer und empirischer Perspektive zusammengefasst. Gleichzeitig werden für die nachfolgenden Kapitel Anforderungen an die informatische Bereitstellung (vgl. Kap. 6.3.3) und die fachdidaktische Begleitforschung (vgl. Kap. 7) definiert.

6 Informatische Entwicklung

Zur Implementierung, Bereitstellung und Auswertung digitaler Lernobjekten gehört ein informatisches System, das die Anforderung des Rahmenmodelles an die Nutzung digitaler Lernobjekte in Vorlesungen (vgl. Abb. 11) berücksichtigt. Basierend auf den ermittelten fachspezifischen und technologischen Anforderungen wird eine technische Spezifikation zur Bereitstellung digitaler Lernobjekte beschrieben und die Umsetzung auf der MTED-Plattform erörtert.

6.1 Methodisches Vorgehen

Im Rahmen dieser Forschungsarbeit besteht die Notwendigkeit einer Anforderungsanalyse (*Requirements Engineering*) zur Legitimation eines informatischen Entwicklungsprozesses (vgl. Abb. 1, Forschungsphase B)²⁹. Das Ziel ist die Identifikation und Validierung von relevanten Anforderungen³⁰.

Den Ausgangspunkt dieser Analyse bildet die Formulierung einer Vision³¹ und der daraus abgeleiteten Ziele. Auf der Grundlage dieser Entwicklungsziele werden Anforderungen im Rahmen der Produktbedingungen ermittelt und in funktionale und nichtfunktionale Anforderungen untergliedert:

„Eine *funktionale Anforderung* legt eine vom Softwaresystem oder einer seiner Komponenten bereitzustellende Funktion oder bereitzustellenden Service fest. Allgemein legen funktionale Anforderungen fest, was ein System tut bzw. tun soll, während die Qualitätsanforderungen beschreiben, wie gut die Funktionen erledigt werden (sollen)“ (Balzert 2012, 455).

„Unter einer *nicht-funktionalen Anforderung* wird in der Regel das verstanden, was keine funktionale Anforderung darstellt. Nichtfunktionale Anforderungen lassen sich [...] unter dem Begriff Qualitätsanforderungen (Qualitätsmerkmale nach ISO/IEC 9126–1) subsumieren“ (Balzert 2012, 455).

Durch nachgelagerte Testphasen und Bewertungen der Anwender erfolgt anschließend eine Validierung der identifizierten Anforderungen, um die spezifizierten Funktionen und Eigenschaften auf den Einsatzzweck hin zu überprüfen. Die nun vorliegenden Anforderungen bildeten die Grundlage für die Modellierung der fachlichen Lösung, die wiederum evaluiert und weiterentwickelt wird. Die

²⁹ Abbildung zur Übersicht über die Phasen des Forschungsprozesses

³⁰ „Eine Anforderung ist eine Bedingung oder eine Fähigkeit, die ein Benutzer benötigt, um ein Problem zu lösen oder um sein Ziel zu erreichen“ (IEEE-Standard 830-1998).

nachfolgende Abbildung zeigt das methodische Vorgehen der Anforderungsanalyse untergliedert in spezifische Arbeitspakete (AP):

Forschungslaufzeit	2012				2013				2014				2015			
	Quartal				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Phase 1: Grundlegende Anforderungsanalyse																
1-1: Ableitung von fachdidaktischen Anforderungen aus der Literatur																
1-2: Entwicklung von Prototypen zur Ermittlung grundlegender Anforderungen																
1-3: Ermittlung von fachdidaktischen Anforderungen aus studentischer Perspektive																
1-4: Konzeption digitaler Lernobjekte durch Studierende																
Phase 2: Implementierungsphase																
2-1: Entwicklung einer Plattform zur Bereitstellung digitaler Lernobjekte																
2-2: Entwicklung von digitalen Lernobjekten für Vergleichsstudie																
Phase 3: Evaluationsphase																
3-1: Testung der entwickelten digitalen Lernobjekte in Seminaren																
3-2: Integration der digitalen Lernobjekte in Vorlesungen																
3-3: Anforderungvalidierung durch Datenauswertungen																
Phase 4: Reflexive Evaluations- und Konzeptionsphase																
4-1: Implementierung digitaler Lernobjekte durch Studierende																
4-2: Anforderungsspezifikation der entwickelten digitalen Lernobjekte																

Tabelle 16: Forschungsphasen des informatischen Anforderungs- und Entwicklungsprozesses

Mit dem Ziel der systematischen Entwicklung und Erforschung digitaler Lernobjekte wurden in der ersten Phase grundlegende fachdidaktische und technologische Anforderungen ermittelt und spezifiziert. Die identifizierten lernpsychologischen Anforderungen (AP 1-1) wurden bereits in Kapitel 2.2 dargelegt. Ausgehend von dieser normativen Rahmung wurden in einem Workshop Prototypen für digitale Lernobjekte erstellt. Dies erfolgte innerhalb eines Kooperationsprojektes (AP 1-2) des Zentrums für ökonomische Bildung in Siegen mit dem Lehrstuhl für Betriebssysteme und verteilte Systeme der Universität Siegen. Aus fachdidaktischer Perspektive wurden insgesamt drei interaktive digitale Lernobjekte konzipiert, die von Studierenden aus Informatikstudiengängen implementiert und präsentiert wurden.

Ausgehend von dieser Explorationsphase wurden in weiteren Seminaren (AP 1-3; AP 1-4) die Anforderungen aus fachdidaktischer und technologischer Perspektive spezifiziert. Basierend auf diesen Ergebnissen wurde die Plattform *MTED* zur Bereitstellung und Konstruktion digitaler Lernobjekte entwickelt (AP 2-1) und als Grundlage für die nachfolgende erste Evaluationsphase genutzt. Insbesondere die fachdidaktischen Anforderungen aus Kapitel 5 wurden berücksichtigt, um die digitalen Lernobjekte im Rahmen der empirischen Untersuchung zu implementieren (AP 2-2). In der anschließenden Evaluationsphase wurden die digitalen Lernobjekte in Lehrveranstaltungen (AP 3-

1; AP 3-2) integriert, um Anforderungen datenbasiert (AP 3-3) ableiten zu können. In der nachfolgenden reflexiven Evaluations- und Entwicklungsphase wurden die Anforderungen analysiert, indem Studierende über einen webbasierten Editor eigenständig digitale Lernobjekte konstruierten, um diese mit den ermittelten Anforderungen abzugleichen (AP 4-1; AP 4-2).

Zusammenfassend besteht das methodische Vorgehen in dieser Arbeit aus einer reflexiven Anforderungsanalyse, bei der zur informatischen Entwicklung das Konzept des evolutionären Prototyping (Bertsche & Bullinger, 2007) angewendet wurde. Bei diesem Vorgehen wird eine erste Softwareversion mit Grundfunktionen erstellt und durch zyklische Entwicklungsphasen weiterentwickelt. Dies betrifft insbesondere die Entwicklung der Plattform zur Bereitstellung digitaler Lernobjekte (AP 2-1) in Verbindung zu den ermittelten Anforderungen. Im letzten Entwicklungsschritt wurde ein webbasierter Editor zur Erstellung und einer webbasierten Plattform zur Bereitstellung digitaler Lernobjekte implementiert.

6.2 Ergebnisse der Anforderungsanalyse

Ausgehend von den Entwicklungszielen werden die Ergebnisse der Anforderungsanalyse nachfolgend inhaltorientiert zusammengefasst.

6.2.1 Durchführung digitaler Lernobjekte

Die Anforderungen zur Durchführung digitaler Lernobjekte wurden in Bezug auf *Einstellungen zur Durchführung*, zur *inhaltlichen Gestaltung* und zur *technologischen Umsetzung* ermittelt.

Nichtfunktionale Anforderungen zur Durchführung digitaler Lernobjekte

Die nichtfunktionalen Anforderungen wurden aus Fragebögen ermittelt, die den Studierenden in den untersuchten Vorlesungen ausgeteilt wurden (Tabelle 16: AP 3-1; AP 3-2). Eine zentrale nichtfunktionale Anforderung konnte im Bereich der *Akzeptanz mobiler Endgeräte* identifiziert werden. So zeigten 62,3 % der Befragten ein großes Interesse, sich über ihr mobiles Endgerät an der Vorlesung zu beteiligen, während 37,8 % demgegenüber eher eine ablehnende Haltung aufweisen. In diesem Kontext müssen verschiedene Barrieren in Bezug auf die Aktivierung von Vorlesungsteilnehmern (Caldwell 2007) beachtet werden. Hierzu zählt beispielweise die Erwartung der Studierenden von einer passiven Rolle in der Vorlesung (Knight & Wood 2005). Erklärungen hierfür sind die Angst, sich vor der Vorlesungsgruppe zu blamieren, und die damit zusammenhängende Angst vor negativen Bewertungen durch andere Studierende. Deshalb wurden die Teilnehmer der Vorlesung zusätzlich befragt, ob sie die Nutzung mobiler Endgeräten als positiv einschätzen ($\alpha = .788$),

wenn dadurch Aktivität ermöglicht, aber Anonymität garantiert wird. Dieser Annahme stimmen 98,7 % der Befragten zu und bestätigen damit eine positive Wahrnehmung zum Einsatz mobiler Endgeräte in Lehrveranstaltungen. Somit stellt die Anonymisierung von Ergebnissen eine zentrale nichtfunktionale Anforderung dar. Weitergehend betrachten 90,1 % der Befragten ihr mobiles Endgerät als nützliches Arbeitsmittel und 71,4 % verwenden ihr mobiles Endgerät zur Vorbereitung auf universitäre Prüfungen³². Um diese positive Einschätzung zu nutzen, müssen sich die digitalen Lernobjekte nahtlos in die bestehende Systemumgebung des mobilen Endgerätes integrieren lassen.

Zur Ermittlung der nichtfunktionalen *inhaltlichen und technologischen* Anforderungen wurden digitale Lernobjekte von Studierenden fachdidaktisch konzipiert und informatisch implementiert. Dieser Prozess erfolgte zuerst innerhalb eines Kooperationsprojektes (Tabelle 16: AP 1-2) und im weiteren Verlauf durch den entwickelten webbasierten Editor. In Reflexionsphasen wurden die ermittelten Anforderungen spezifiziert und in den durchgehenden Entwicklungsprozess integriert und validiert. Die ermittelten Anforderungen werden nachfolgend anhand der Kategorien des Qualitätsmodells³³ aus ISO/IEC 9126 (DIN 66272) dargestellt:

	Kriterium	Durchführung von digitalen Lernobjekten (DL)	Bereitstellung/Präsentation von digitalen Lernobjekten
Funktionalität	Richtigkeit	Korrekte Berechnung und Formatierung von Werten zur Auswertung von Daten aus DL.	
	Interoperabilität	Notwendigkeit einer Schnittstelle und eines Dateiformates zum Austausch von Daten zwischen den System-Komponenten (z. B. Plattform und App)	
	Sicherheit	Zugriff auf Aufgaben erfolgt durch Verfahren der Authentisierung, Authentifizierung und Autorisierung.	Der Zugriff ist nur durch den Autor des DLs möglich.
	Ordnungsmäßigkeit	Schutz von personenbezogenen Daten	Mögliche Anonymität der Daten bei der Präsentation von Ergebnissen
Zuverlässigkeit	Reife	Die Behandlung von Fehler-Ereignissen bei der Durchführung und bei der Präsentation wird durch die Implementierung der einzelnen DL geregelt. Eine Offline-Verfügbarkeit sollte ermöglicht werden, soweit es die funktionale Gestaltung des digitalen Lernobjektes zulässt.	
	Fehlertoleranz		
	Wiederherstellbarkeit	Nach einem erneuten Starten des DLs sollte der bisherige Bearbeitungsstand verfügbar sein.	Ein Abruf der Ergebnisse sollte unabhängig vom Zustand eines einzelnen Clients möglich sein.
Benutzbarkeit	Verständlichkeit Erlernbarkeit	Die Durchführung eines DLs ist durch einen Benutzer innerhalb kurzer Zeit erlernbar.	Die Steuerung der Präsentationssicht von DL ist durch den Benutzer innerhalb kurzer Zeit erlernbar.
	Bedienbarkeit	Zur Bearbeitung von DL sollen gängige Form ³⁴ -Elemente verwendet werden.	
	Attraktivität	Die Benutzeroberfläche und mögliche Visualisierungen entsprechen aktuellen Standards von Webanwendungen.	Zur Visualisierung der Ergebnisse sollen gängige Möglichkeiten der Auswertung in die Präsentation integriert werden.

³² Die Studierenden nutzen u. a. Chat-Programme zum Austausch von Informationen zur Vorlesung.

³³ Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird in dieser Übersicht auf die Beschreibung von Metriken zur Überprüfung nichtfunktionaler Anforderungen verzichtet.

³⁴ <http://www.w3.org/TR/html5/forms.html>

Effizienz	Zeitverhalten	DL sollen unmittelbar nach Anforderung zur Verfügung stehen.	Ergebnisse der DL sollen unmittelbar abgerufen werden können.
	Verhaltensverhalten	Mobiles Endgerät und Internetverbindung	Laptop, Internetverbindung und Beamer
Wartbarkeit	Modifizierbarkeit	Durch eine webbasierte Implementierung können Änderungen jederzeit vorgenommen und überprüft werden. Die Wartbarkeit ist zentral von der Anwendungslogik des digitalen Lernobjektes abhängig	
	Stabilität		
	Testbarkeit		
Übertragbarkeit	Anpassbarkeit	Alle DLs können über eine webbasierte Sicht ausgeführt werden, sodass diese ohne Client-Installation verfügbar sind. Die informatische Struktur des digitalen Lernobjektes ist open source.	
	Installierbarkeit		
	Koexistenz Austauschbarkeit	Durch ein XML-basiertes Datenformat können die Daten durch konforme Programme verarbeitet werden.	

Tabelle 17: Nichtfunktionale Anforderungen an die Durchführung digitaler Lernobjekte

Insgesamt werden zentrale nichtfunktionale Anforderungen aus den Kategorien Funktionalität, Zuverlässigkeit, Benutzbarkeit und Effizienz abgeleitet. Im Rahmen von Lernprozessen muss die Bereitstellung und Präsentation digitaler Lernobjekte unmittelbar erfolgen, sodass ein nahtloser didaktischer Methodenwechsel beispielsweise innerhalb einer Vorlesungssitzung ermöglicht wird. Zudem müssen Maßnahmen zur Authentifikation der Benutzer und Verifikation der Eingaben integriert werden, sodass eine Manipulation der Ergebnisse verhindert wird. Aus Perspektive der Benutzbarkeit sollten in den webbasierten Anwendungen gängiger Form-Elemente³⁵ integriert werden, mit den sich viele Anwender durch die Nutzung von Internet-Seiten auskennen. Ausgehend von den Komponenten zur Präsentation und Bereitstellung von interaktiven Aufgaben kann eine Beurteilung der Qualitätskriterien erst durch die technische Umsetzung des digitalen Lernobjektes in Verbindung mit den Lernermerkmalen (vgl. empirische Untersuchung Kap. 7) erfolgen.

Funktionale Anforderungen an die Durchführung digitaler Lernobjekte

Funktionale Anforderungen an die Durchführung digitaler Lernobjekte wurden in der ersten Phase der Anforderungsanalyse und insbesondere durch die Integration der Lernobjekte in Vorlesungen (vgl. Tabelle 16: AP 1; AP 3-1; AP 3-2) ermittelt. Eine systematische Darstellung dieser funktionalen Anforderungen wird nachfolgend durch Aktivitätsdiagramme vorgenommen, die typische Durchführungsprozesse aus der Perspektive der Lehrenden und der Studierenden enthalten:

³⁵ Beispiele für Form-Elemente unter: https://www.w3schools.com/html/html_forms.asp.

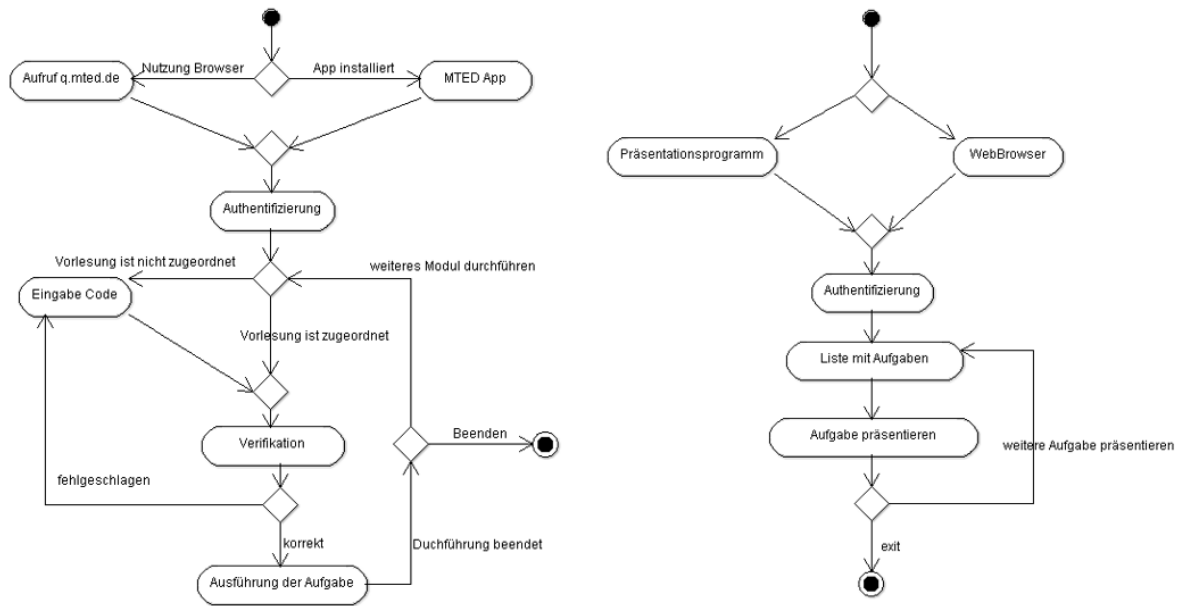


Abbildung 12: Aktivitätsdiagramm zur Durchführung digitaler Lernobjekte; Studierende (links), Dozierende (rechts)

Das linke Aktivitätsdiagramm zeigt die notwendigen Teilschritte zur Durchführung eines digitalen Lernobjektes aus Perspektive der Studierenden. Die Durchführung kann entweder über einen Webbrowser oder über eine native App erfolgen. Beide Varianten greifen auf dieselbe webbasierte Sicht zu, jedoch werden durch die native App Benutzer- und Anwendungsdaten zusätzlich lokal gespeichert. Während die Authentifizierung in der App durch die lokal gespeicherten Benutzerdaten erfolgt, wird im Webbrowser unmittelbar auf einen Server zurückgegriffen.

Nach erfolgreicher Authentifizierung wird überprüft, ob der Studierende dazu berechtigt ist, das angefragte digitale Lernobjekt auszuführen. Bei einer vorhandenen Zuordnung wird der Studierende direkt zum digitalen Lernobjekt weitergeleitet und kann mit der Bearbeitung beginnen. Jedes digitale Lernobjekt besitzt konfigurierbare Eigenschaften, wozu beispielsweise der Ort zur Speicherung der Anwendungsdaten zählt.

Die *funktionalen Anforderungen aus der Perspektive des Lehrenden* werden im rechten Aktivitätsdiagramm (vgl. Abb. 12) dargestellt. Die Bereitstellung und Präsentation eines digitalen Lernobjektes erfolgen entweder plattformunabhängig über einen Webbrowser oder durch Power Point 2016 als Präsentationsprogramm. Nach erfolgreicher Authentifizierung wird dem Lehrenden eine Liste der digitalen Lernobjekte angezeigt, zu denen verschiedene Ergebnissichten aufgerufen werden können. Hierzu gehören nicht nur Visualisierungen von Anwendungsdaten, sondern auch Steuerungsmöglichkeiten zur Beeinflussung des digitalen Lernobjektes. Insbesondere die funktionalen Anforderungen aus Perspektive der Lehrenden beschreiben einen kompakten und spezifischen Funktionsumfang, der auf die unmittelbare Bereitstellung spezifischer Sichten ausgerichtet ist.

Insgesamt stellen Funktionen der Authentifizierung, der Speicherung von Anwendungsdaten und die Bereitstellung in heterogenen Systemumgebungen zentrale funktionale Anforderungen dar. Der funktionale Kern (Anwendungslogik) eines digitalen Lernobjektes wird nachfolgend durch die Struktur digitaler Lernobjekte spezifiziert.

6.2.2 Implementierung digitaler Lernobjekte

Grundlegende funktionale und nichtfunktionale Anforderungen zur informatischen Struktur wurden in Kap. 5.3.3.2 beschrieben. Hierzu zählen die Wiederverwendbarkeit, die Beschreibung durch Metadaten, die Berücksichtigung eines Schichtenkonzeptes und die Integration von Schnittstellen. Im Rahmen der vorgestellten Spezifikationen müssen digitale Lernobjekte zudem eine Struktur abbilden, durch die nicht nur die Konformität einer Spezifikation, z. B. Tin Can Api, berücksichtigt wird.

Demnach existiert die grundlegende funktionale Anforderung, dass das digitale Lernobjekt in einer allgemeingültigen informatischen Struktur abgebildet wird. Diese beinhaltet die Aufgabenstruktur und Inhalte, Metadaten und Informationen zur Anwendungslogik. Basierend auf dieser informatischen Struktur erfolgt durch einen **Interpreter** eine Übersetzung in eine beliebige Zielsprache und somit in eine ausführbare Anwendung. Unter dem Gesichtspunkt der Modularisierung müssen eine Granularität und eine Modularisierung der informatischen Struktur ermöglicht werden.

Im Rahmen der durchgeführten Anforderungsanalyse erwies sich XML als geeignete informatische Struktur zur Umsetzung dieser Anforderungen. Als Ergebnis der Konstruktionsphase (Tabelle 16: AP 2-1) zeigte sich die Nutzung *didaktischer und funktionale Einheiten* (vgl. Kap. 6.3.3) als eine Möglichkeit, die Anforderungen der Modularisierung zu berücksichtigen. Das nachfolgende Aktivitätsdiagramm zeigt im Überblick den Prozess der Implementierung eines digitalen Lernobjektes:

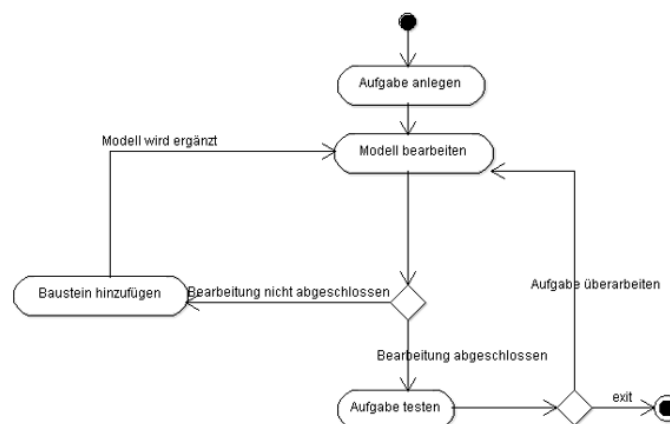


Abbildung 13: Implementierung einer interaktiven Aufgabe

Den Ausgangspunkt der Implementierung bildet die Erstellung eines digitalen Lernobjektes. Dieser Vorgang erfolgt durch den Rückgriff auf eine existierende informatische Struktur, die vom Anwender in einem zyklischen Prozess erweitert werden kann. Der Anwender ist durch den Interpreter unmittelbar in der Lage, eine ausführbare Anwendung der informatischen Struktur zu erstellen, sodass eine „unmittelbare Testung“ der Entwicklung ermöglicht wird. Ist die Bearbeitung abgeschlossen, wird das digitale Lernobjekt freigegeben und für die Zielgruppe bereitgestellt.

Ausgehend von diesem generischen Prozess zur Implementierung stellt der funktionale Kern des digitalen Lernobjektes den entscheidenden Faktor zur Beurteilung spezifischer funktionaler und nichtfunktionaler Anforderungen dar. Beispielsweise erfordert ein digitales Lernobjekt zur Simulation eines Aktienmarktes unmittelbare Auswertungen (synchrone und asynchrone Kommunikation, vgl. Abb. 4) und spezifische Antwortzeiten (Latenz), während durch Abstimmungen eine Auswertung erst zu einem festgelegten Zeitpunkt erfolgen muss.

Durch die Anforderungsanalyse wurden generische Anforderungen zur Implementierung digitaler Lernobjekte ermittelt. Basierend auf den Ergebnissen der Anforderungsanalyse wird im folgenden Kapitel die informatische Umsetzung dieser Anforderungen erörtert.

6.3 Systembeschreibung – MTED

Unter Berücksichtigung der ermittelten didaktischen und technologischen Anforderungen wurde das informatische System *MTED* zur Bereitstellung und Durchführung digitaler Lernobjekte entwickelt. Im Mittelpunkt steht die Fragestellung, wie digitale Lernobjekte nahtlos in universitäre Vorlesungen integriert werden können. Im Rahmen eines zyklischen Entwicklungsprozesses wurden verschiedene Software-Komponenten erstellt und durch Evaluationsphasen (Tabelle 16: AP 2-1) weiterentwickelt. In den nachfolgenden Kapiteln werden die Ergebnisse ausgehend von den Entwicklungszielen dargestellt.

6.3.1 Anwendungsumfeld und Entwicklungsziele

Das Anwendungsumfeld der konventionellen Vorlesung zeichnet sich durch die technologische Infrastruktur (WLAN und Medientechnik) der jeweiligen Vorlesungsräume aus. In der Evaluationsphase dieser Arbeit (vgl. Kap. 7) konnten an der Universität Siegen auf das WLAN „eduroam“ als Internetzugriffspunkt und zur Bereitstellung webbasierter Dienste auf virtuelle Server zurückgegriffen werden. Zur Durchführung wurden die mobilen Endgeräte der Studierenden eingesetzt, die sich durch heterogene Betriebssystemumgebungen auszeichnen.

Ausgehend vom infrastrukturellen Umfeld wurden insgesamt vier typische Rollen in Bezug auf die Bereitstellung und Durchführung digitaler Lernobjekte identifiziert, die innerhalb eines flexiblen Rollenkonzeptes (vgl. Abb. 14) zu betrachten sind.

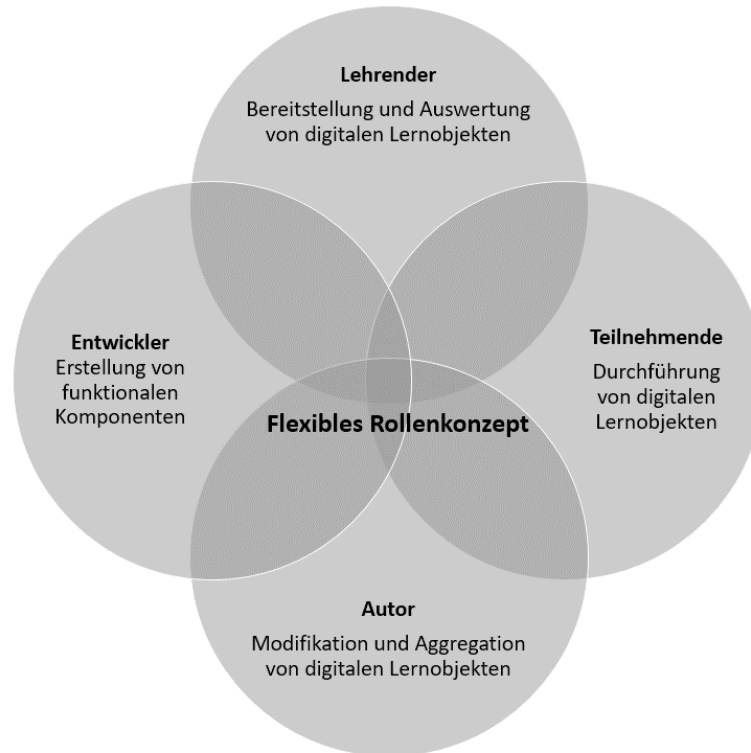


Abbildung 14: Flexibles Rollenkonzept im MTED System

Den Ausgangspunkt der Erstellung eines digitalen Lernobjektes stellen *Autoren* dar, die über keine informatischen Fähigkeiten im Sinne einer Programmiersprache verfügen müssen. Durch die Nutzung von Bausteinen und Konfigurationsmöglichkeiten werden digitale Lernobjekte modifiziert und aggregiert. Davon abzugrenzen ist die Rolle *Entwickler*, die durch die Nutzung einer Programmiersprache funktionale Komponenten erstellen und den *Autoren* als Bausteine bereitstellen. Diese notwendige Unterscheidung wurde in der Anforderungsanalyse (Tabelle 16: AP 1; AP 4) ermittelt, in der deutlich wurde, dass Anwender ohne Wissen über die modellbasierte Formalisierung von Inhalten nicht in der Lage sind, funktionale Komponenten eigenständig zu erstellen. In der Rolle *Lehrender* stehen dem Anwender Funktionen zur unmittelbaren Bereitstellung, Steuerung und Auswertung von digitalen Lernobjekten zur Verfügung. Ergänzend dazu ist die Rolle der Teilnehmenden zu betrachten, die das digitale Lernobjekt ausführen und durch Eingabe die Grundlage von Auswertungsprozessen bilden.

Ausgehend von diesem Anwendungsumfeld, den Ergebnissen der Anforderungsanalyse (vgl. Kap. 6.2) und der theoretischen Erarbeitung ergeben sich nachfolgende Entwicklungsziele:

1. Erstellung einer webbasierten Plattform

Basierend auf einer Client-Server-Architektur werden alle Dienste durch eine webbasierte Plattform bereitgestellt.

2. Nahtlose Integration in bestehende Lehr-Lernprozesse

Die Integration erfolgt in die bestehende technologische Infrastruktur und erfordert keine Veränderung bestehender didaktischer Konzepte.

3. Erstellung eines Entwicklungswerkzeuges

Die Implementierung digitaler Lernobjekte erfolgt über einen webbasierten Editor. Zur Konstruktion digitaler Lernobjekte (vgl. Rolle des Autors) sind keine Programmierfähigkeiten notwendig. Das Konzept zur Nutzung und Entwicklung funktionaler Bausteine wird berücksichtigt.

4. Umsetzung einer informatischen Struktur digitaler Lernobjekte

Der Aufbau der digitalen Lernobjekte erfolgt modularisiert, sodass im Sinne eines informatischen Schichtensystems eine Trennung von Logik, Datenhaltung und Sichten ermöglicht wird. Insbesondere die Anforderungen aus Kap. 6.2.2 werden berücksichtigt.

6.3.2 Allgemeine Systemarchitektur

Das MTED-System basiert auf einer Client-Server-Struktur, in der alle Dienste durch einen Webserver in Verbindung mit einer relationalen Datenbank zur Verfügung gestellt werden. Die zentrale Funktion ist die Bereitstellung digitaler Lernobjekte, die in dieser Arbeit als interaktive Lernaufgaben umgesetzt wurden. Nachfolgende Abbildung zeigt die grundlegenden Komponenten der Systemarchitektur:

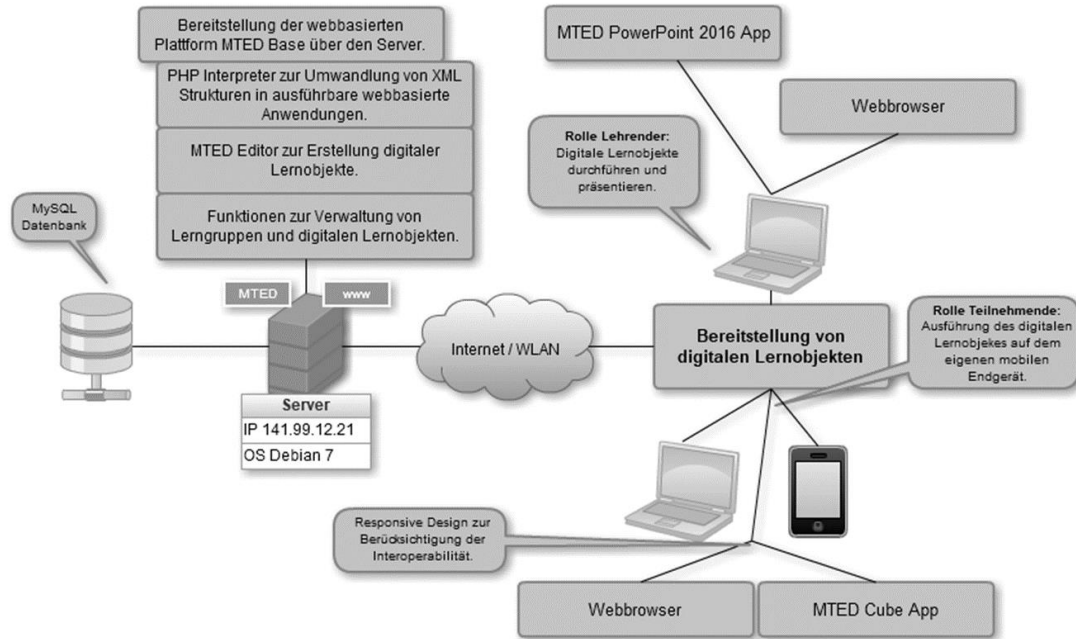


Abbildung 15: MTED-Systemarchitektur

Basierend auf einem LAMP Stack³⁶ steht die webbasierte Plattform *MTED Base* im Mittelpunkt der Systemarchitektur. Ausgehend von grundlegenden Funktionen (Verwaltung von Benutzern, digitalen Lernobjekten und Lerngruppen) werden spezifische Funktionen (Datenauswertung, Schnittstellen und Benutzerverifikation) bereitgestellt. Weitergehend beinhaltet die MTED-Base-Plattform auch ein webbasiertes Entwicklungswerkzeug zur Konstruktion digitaler Lernobjekte. Im Mittelpunkt dieser Teilkomponente steht ein PHP-basierter Interpreter, durch den die informatische Struktur eines digitalen Lernobjektes in eine ausführbare Anwendung umgewandelt wird. Die Datenhaltung der Plattform und des Entwicklungswerkzeuges erfolgt über eine MySQL-basierte Datenbank. Aus funktionaler Sicht liegt die Hauptaufgabe der MTED-Base-Plattform in der Bereitstellung digitaler Lernobjekte und der Verwaltung zugehöriger Datenströme. In Bezug auf die Rolle der *Teilnehmenden* (vgl. Kap. 6.3.1) erfolgt die Durchführung eines digitalen Lernobjektes entweder über einen Webbrowser oder die App MTED Cube. Während über den Webbrowser bei der Ausführung digitaler Lernobjekte nur grundlegende Funktionalitäten realisiert werden, stehen durch die App Möglichkeiten zur lokalen Speicherung und Verwaltung digitaler Lernobjekte zur Verfügung. Zur Präsentation kann der Lehrende auf eine App für PowerPoint 2016 oder eine webbasierte Sicht im Browser zurückgreifen.

Durch diese grundlegende Systemarchitektur wird die zentrale Anforderung der Interoperabilität berücksichtigt, dass der Umgang mit digitalen Lernobjekten webbasiert erfolgt und dadurch keine

³⁶ LAMP Stack besteht aus den vier Komponenten Linux (Betriebssystem), Apache (Webserver), MySQL (Datenbanksystem) und PHP (serverseitiger Skript-Interpreter).

Abhängigkeiten von Betriebssystemen oder Endgeräten existieren. In den nachfolgenden Kapiteln werden die Spezifikationen der Teilkomponenten erörtert.

6.3.3 Technische Spezifikationen der digitalen Lernobjekte

Digitale Lernobjekte werden durch Komponenten gegliedert, die unabhängig voneinander bearbeitet und ausgetauscht werden können. Den Kern bildet eine XML-Struktur (MTED XML), über das die Funktionen und Eigenschaften eines Lernprozesses formalisiert werden. Durch einen Interpreter wird diese XML-Struktur durch Nutzung von Templates in eine ausführbare Anwendung übersetzt. Im Rahmen dieser Arbeit werden aus der XML-Struktur webbasierte Anwendungen auf Basis von *JavaScript* und *HTML* erzeugt. Die nachfolgende Beschreibung der technischen Spezifikation beschränkt sich auf eine konzeptuelle Darstellung der einzelnen Komponenten.

6.3.3.1 Basisstruktur

Zur Formalisierung digitaler Lernobjekte wurde auf XML (Vonhoegen 2015) als Standard in der webbasierten Entwicklung zurückgegriffen, um die Anforderungen der Interoperabilität und der Modularisierung zu berücksichtigen. Alle Informationen zur Erzeugung einer ausführbaren Anwendung werden durch eine XML-Struktur (eine selbst beschreibende hierarchische Struktur) abgebildet. XML (*Extensible Markup Language*) ist eine aus SGML hervorgegangene Sprache, die als universale Markup-Sprache den Charakter einer Metasprache hat. Durch eine XML-Struktur findet eine Trennung zwischen Beschreibung und Verarbeitung statt, sodass im XML-Dokument selbst keine Informationen zur Verarbeitung hinterlegt werden. Somit existiert durch die Nutzung von XML-Dokumenten eine Möglichkeit, formale Zusammenhänge hierarchisch zu strukturieren und eine Unabhängigkeit zu ausführbaren Details zu ermöglichen. Zur weiteren Verarbeitung des XML-Dokumentes sind Werkzeuge notwendig, die aus dem Dokument eine spezifische Repräsentation erstellen. Beispielsweise wird ein XML-Dokument durch die Programmiersprache XSLT in Verbindung mit einem XSLT-Prozessor in ein HTML-Dokument überführt, um dieses für den Anwender in einem Webbrowser darzustellen. Durch XML existiert somit nicht nur eine Sprache zur Beschreibung von hierarchisch strukturierten Daten, sondern mit Prozessoren, Parsern, Schnittstellen und Entwicklungsumgebungen ein zentrales informatisches Konzept.

Zur Formatierung von XML-Dokumenten werden in der ersten Zeile Informationen zur informatischen Verarbeitung (*Processing Instruction*) definiert, wozu als erstes Attribut immer die verwendete XML-Version und optional als zweites Attribut der verwendete Zeichensatz angegeben wird. Nachfolgend wird ein XML-Dokument aus beliebig ineinander geschachtelten Tags aufgebaut, die

explizit geschlossen werden müssen. Der erste Tag wird als Wurzelement bezeichnet, dem alle folgenden Tags untergliedert werden. Wird zur Formulierung von XML-Dokumenten die Standard-Syntax von Markups verwendet, dann werden diese als wohlgeformt bezeichnet. Die Definition und Prüfung der Validität von Sprachkonstrukten einer mithilfe von XML erzeugten Markup-Sprache erfolgt durch die DTDs (*Document Type Definitions*).

Durch die Nutzung der XML-Spezifikation wurde eine Basisstruktur zur Formalisierung digitaler Lernobjekte erstellt, die durch nachfolgende Abschnitte gegliedert wird:

Abschnitt	Bezeichnung	Beschreibung
Metainformationen	meta	Eindeutiger Bezeichner, Ausführungssprache, Benutzerverifikation, Informationen zur Komprimierung, zur Verschlüsselung, Datenkommunikation, Version, Lizenzrechte und Art der Netzwerknutzung. Mindestanzahl von Feldern zur Erfüllung der xAPI-Spezifikation.
Informationen zum Layout	layout	Angaben zum Layout der Benutzeroberfläche. Bei webbasierten Implementierungen Verweis auf mit Cascading Style Sheets (CSS) formatierte Dateien.
Auflistung der Sichten	view	Eine Auflistung der verschiedenen Sichten (z. B. Teilnehmersicht oder Präsentationssicht) und der zugeordneten funktionalen Bausteine, die durch das digitale Lernobjekt abgebildet werden. Zudem die Berücksichtigung einer Sortierung und der damit verbundenen Initialsichten.
Informationen zur Anwendungslogik	logic	Auflistung der funktionalen Bausteine und Informationen (Bedingungen) zur Ausführung und Vernetzung der Bausteine. Jeder funktionale Baustein ist über einen Identifikator (ID) erreichbar.
Informationen zu Schnittstellen	interface	Informationen und Verweise auf Schnittstellen, die in der Anwendungslogik beispielsweise zur Speicherung der Daten benötigt werden. In der Regel werden über Schnittstellen Verbindungen zu server-seitigen Diensten aufgebaut.

Tabelle 18: Abschnitte (Knoten) der XML-Basisstruktur eines digitalen Lernobjektes (eigene Darstellung)

6.3.3.2 Teilkomponenten

Die Teilkomponenten Sichten, Interaktionselemente, funktionale Bausteine, Anwendungslogik und Datenhaltung sind modulare Bestandteile eines digitalen Lernobjektes und werden über den MTED-Interpreter (vgl. Kap. 6.3.4.2) zu einer ausführbaren Anwendung zusammengesetzt.



Abbildung 16: Teilkomponenten der XML-Struktur zur Formalisierung eines digitalen Lernobjektes

Die Teilkomponente *Sichten* dient als Container für die Platzierung von funktionalen Bausteinen und Interaktionselementen, wodurch eine inhaltliche Sequenzierung des digitalen Lernobjektes erfolgt. Elementare Bestandteile von Sichten stellen *Interaktionselemente* dar, wozu typische Steuerungs- und Inputelemente (z. B. Eingabefeld, Listenauswahl, Button usw.) aus der Software-Entwicklung gehören. Erfolgt über die MTED-Plattform eine webbasierte Umsetzung eines digitalen Lernobjektes, dann wird für diese Sicht eine HTML-formatierte Datei erzeugt, deren Anwendungslogik client-seitig durch Java Script abgebildet wird. Somit können die jeweiligen Sichten in jeder Softwareumgebung ausgeführt werden, die webbasierte Inhalte unterstützen.

Die Anwendungslogik eines digitalen Lernobjektes wird durch *Interaktionselemente* oder *funktionale Bausteine* repräsentiert. Ein Interaktionselement stellt eine Bedienkomponente eines digitalen Lernobjektes dar, die mit einer spezifischen Funktion verknüpft werden muss. Beispielweise muss für ein Eingabefeld als Interaktionselement festgelegt werden, was passiert, wenn der Anwender einen falschen Wert eingegeben hat. In diesem Fall kann das Eingabefeld mit einer Java-Script-Funktion verknüpft werden, die von einem Programmierer festgelegt wurde, oder der Autor eines Lernobjektes verknüpft das Eingabefeld mit einem Anwendungslogik-Baustein.

Durch *funktionale Bausteine* werden Sichten, Anwendungslogik und Interaktionselemente in einem Baustein gekapselt, sodass ein Anwender ohne Programmierfähigkeiten eine komplexe Software-Komponente über die Verwaltung von Eigenschaften konfigurieren kann. Beispiele für funktionale Bausteine sind Planspiele, Marktsimulationen, Abstimmungsfragen oder interaktive Diagramme.

Die Teilkomponente *funktionale Bausteine* orientiert sich dabei an der Idee von Architekturmustern³⁷, durch die wiederkehrende Entwurfsprobleme durch bewährte Lösungen bearbeitet werden.

Zur Vernetzung der Interaktionselemente und funktionalen Bausteinen werden in der XML-Struktur Verweise zur Teilkomponente *Anwendungslogik* hinzugefügt. Diese repräsentiert programmiersprachliche Funktionen, die z. B. Parameterübergaben aus den Interaktionselementen erhalten und so die Logik eines digitalen Lernobjektes abbilden. Die Teilkomponente *Anwendungslogik*, z. B. Kontrollstrukturen, Schleifen, beinhaltet wiederum *Bedingungen* zur Beschreibung der Anwendungslogik. Wird ein Baustein *Anwendungslogik* geladen, dann werden die darin enthaltenen Bedingungen sukzessive ausgewertet und das Ergebnis ausgeführt. Das nachfolgende Beispiel zeigt die Bedingungen innerhalb der Teilkomponente *Anwendungslogik*

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<mted>
  <mtedModel id="midModel" model=""></mtedModel>
  <mtedView>
    <operations id="mid4" name="bedingung1" ready="page:mid23" />
    <conditions id="mid4" name="bedingung1">
      <condition id="mid4_0" copy="copymid4_0" ready="page:mid23">
        <title>regel1</title>
        <rule>var:mid5 == var:mid17</rule>
      </condition>
    </conditions>
  </mtedView>
</mted>
```

Abbildung 17: Teilkomponente *Anwendungslogik* in der MTED-XML-Struktur

Der XML-Struktur wurde der Knoten *Bedingungen (condition)* mit einer Regel (*rule*) hinzugefügt. In dieser Regel wird überprüft, ob der Wert der Variable aus dem funktionalen Baustein *mid5* gleich dem Wert der Variablen aus dem funktionalen Baustein *mid17* ist. Wird die Regel mit „wahr“ ausgewertet, erfolgt eine Weiterleitung aufgrund des Attributs *ready* auf die Sicht mit der Identifikationsnummer *mid23*.

In der Teilkomponente *Schnittstellen* werden z. B. Verweise auf Schnittstellen zur *Datenkommunikation* oder *Benutzerverifikation* hinterlegt. Unter dem Gesichtspunkt eines generischen Ansatzes erfolgt die Datenkommunikation u. a. durch die Angabe eines Kommunikationspartners, durch die

³⁷ „Ein Architekturmuster legt die Grundstruktur eines Softwaresystems fest, während sich so genannte Entwurfsmuster implementierungsnah auf einzelne Teilaspekte einer Softwarearchitektur beziehen. Bei beiden Arten von Mustern wird versucht, wiederkehrende Entwurfsprobleme durch bewährte, rezeptartig formulierte Lösungen in den Griff zu bekommen, sofern der Kontext dies zulässt. Angestrebt wird, dem Softwaresystem eine gewünschte Eigenschaft wie z. B. Übersichtlichkeit, Wartbarkeit, Testbarkeit und Wiederverwendbarkeit der Teile zu vermitteln. (Kuchen 2017)“

Art der Datenbankoperation³⁸, dem Identifikator der funktionalen Einheit und den JSON-formatierten Daten. Ein Zugriff auf die MTED-Base-Schnittstelle zur Speicherung und zum Abruf von Daten kann entweder anonym oder mit den Daten der vorherigen Benutzerverifikation erfolgen. Basierend auf dieser technischen Spezifikation werden insbesondere die Kriterien Modularisierung und Interoperabilität berücksichtigt.

6.3.4 Entwickelte Software-Komponenten

6.3.4.1 Entwicklungswerkzeug MTED Editor

Durch das webbasierte Entwicklungswerkzeug *MTED Editor* werden alle Funktionen zur Implementierung eines digitalen Lernobjektes im Rahmen der technischen Spezifikation (vgl. Kap. 6.3.3) zur Verfügung gestellt. Grundlegend orientiert sich das Entwicklungswerkzeug an dem Konzept eines *Rapid Application Development Tool* (McConnell 1996), wonach Anwendungen durch die Aggregation und Modifikation funktionaler Bausteine erstellt werden können.

Die Benutzeroberfläche des Entwicklungswerkzeuges (vgl. Abbildung 20) ist in drei Hauptbereiche gegliedert.

- *Hauptnavigation*: Im Kopfbereich wird die Hauptnavigation mit den Menüpunkten *Editor*, *Datenbank* (Zugriff auf gespeicherte Daten) und *Modul-Verwaltung* (listenartige Verwaltung der digitalen Lernobjekte) angezeigt. Über dem Menüpunkt *Editor* kann das digitale Lernobjekt durch eine *XML-Repräsentation* oder durch eine *visuelle Repräsentation* bearbeitet werden.
- *Baustein konfigurieren*: Auf der rechten Seite sind zu diesen Repräsentationen weitere Konfigurations- und Implementierungsmöglichkeiten verfügbar. Zu jeder Teilkomponente³⁹ (XML-Knoten) werden im Block *Baustein konfigurieren* Eingabefelder zur Bearbeitung der jeweiligen Eigenschaften angezeigt.
- *Anwendungslogik*: Im darunter angeordneten Block werden alle verfügbaren *funktionalen Bausteine* angezeigt, die zur Modifikation des digitalen Lernobjektes verwendet werden können. Aus dieser Liste kann der Autor beispielsweise den funktionalen Baustein *Texteingabe* einem digitalen Lernobjekt hinzufügen.

³⁸ Zum Beispiel *update* zur Aktualisierung von Datensätzen.

³⁹ Vgl. Kap. 6.3.3.2.

Die nachfolgende Abbildung zeigt das Entwicklungswerkzeug im Bearbeitungsmodus der XML-Repräsentation:

The screenshot shows the MTED XML Editor in the edit mode. The interface is split into three main areas:

- Top Bar:** Contains the user name 'Frigot Kollmann' and the current module 'Ereuge Modul' with ID 'q.meed.de/4aabs72 (RV:119)'.
- Main Editor Area:**
 - Left Pane (XML View):** Displays the XML representation of the module configuration. The code includes elements for module configuration, model definition, item definition, and assignment definition.
 - Right Pane (Form View):** Shows a configuration form for the selected XML element. It includes input fields for 'id' (value: 'mid8'), 'name' (value: 'Zuordnung'), 'items' (value: 'Interne Umwelt,Branchenumwelt,Makroumwelt'), 'ingUrl' (value: 'http://main.mted.de/fms/meed_editor/upload/'), and 'ready'. Action buttons 'Speichern', 'Duplizieren', and 'Löschen' are also present.
- Right Sidebar:** Lists available building blocks: 'Baustein suchen', 'Seite', 'Texteingabe', 'Wissensmarkt', 'MultipleChoice', 'Logik Verknüpfung', and 'Gleichung'.

Abbildung 18: Nutzung der XML-Repräsentation im MTED-Entwicklungswerkzeug

In diesem Anwendungsfall wurden dem digitalen Lernobjekt eine Sicht (*page*) und ein funktionaler Baustein (*assignment*⁴⁰) hinzugefügt. Zur Bearbeitung der Attribute einer Teilkomponente wird in

⁴⁰ Funktionaler Baustein zur Zuordnung von Begriffen.

der XML-Repräsentation auf das Attribut *ID* des jeweiligen Knotens geklickt, wodurch der Block *Baustein konfigurieren* angezeigt wird. Durch diesen grundlegenden Arbeitsschritt werden Eigenschaften des Knotens festgelegt und typische CRUD⁴¹-Aktionen ermöglicht. Wird dagegen vom Anwender eine visuelle Repräsentation des XML-Modells präferiert, kann diese über den Menüpunkt *Editor* ausgewählt werden. Die nachfolgende Abbildung zeigt die visuelle Repräsentation eines digitalen Lernobjektes:

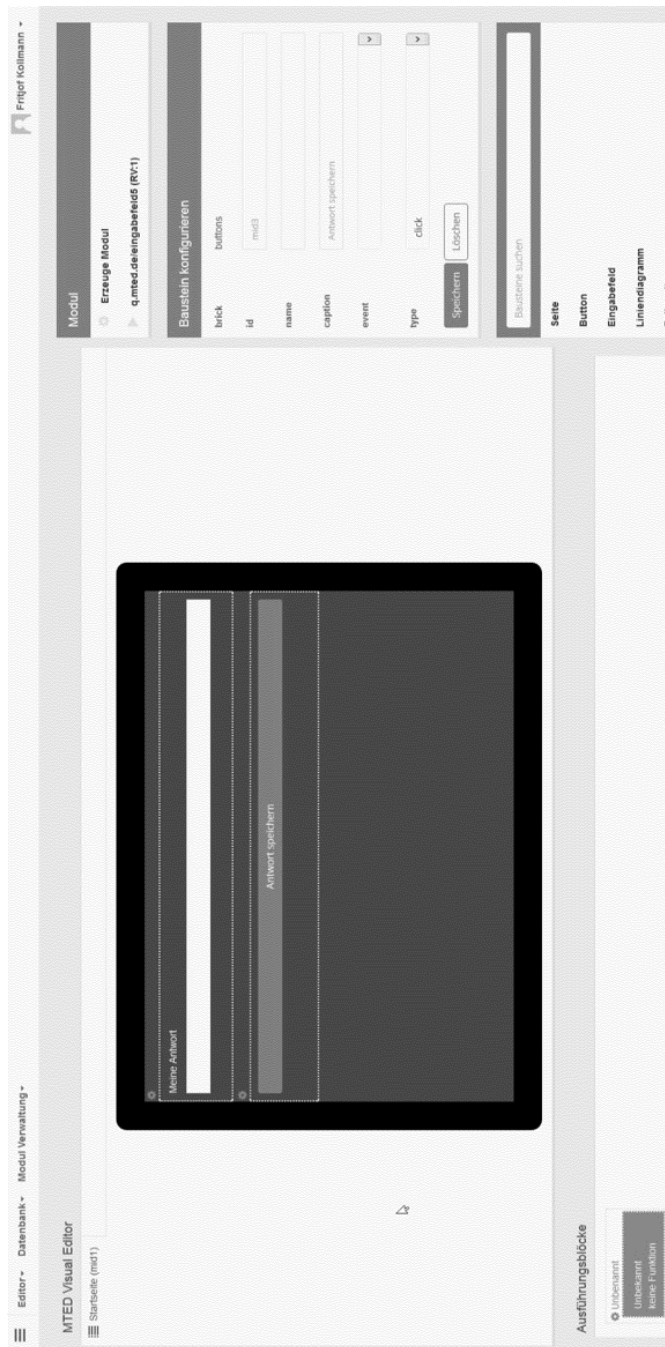


Abbildung 19: Visuelle Repräsentation des XML-Modells

⁴¹ CRUD: *create, read, update und delete*.

In dieser Ansicht werden alle Teilkomponenten der XML-Struktur innerhalb eines Tablet-Rahmens (vgl. Abb. 19) positioniert. Durch Klicken auf die einzelnen visuellen Elemente, kann der Anwender diese über den Bereich *Baustein konfigurieren* modifizieren.

Neben einer Auflistung der entsprechenden Sichten werden zudem die Knoten zu den Teilkomponenten *Anwendungslogik* und *Bedingungen* in der visuellen Repräsentation dargestellt.

Weitergehend kann der Inhalt einer Sicht durch das Entwicklungswerkzeug frei gestaltet werden. Zur Platzierung funktionaler Bausteine werden diese durch das Schema *{mtd}ID der funktionalen Einheit {/mtd}* an einer beliebigen Stelle im HTML-Quellcode einer Sicht eingefügt.

Wurde die Modifikation des XML-Modells und der dazugehörigen Inhalte der einzelnen Seiten abgeschlossen, kann die ausführbare Anwendung über den Block *Modul* (vgl. Abb. 19) erzeugt werden. Wird in diesem Block auf den Link *Erzeuge Modul* geklickt, wird der MTED-Interpreter ausgeführt und eine ausführbare Datei auf dem Webserver generiert. Damit aus der XML-Struktur eines digitalen Lernobjektes eine ausführbare Anwendung erstellt werden kann, muss für jeden Baustein ein Anwendungstemplate im Entwicklungswerkzeug hinterlegt werden.

6.3.4.2 Interpreter

Durch den PHP-basierten Interpreter wird aus der XML-Struktur eine ausführbare Anwendung generiert. Dazu wird zu den funktionalen Bausteinen und Interaktionselementen durch den Interpreter ein Anwendungstemplate eingelesen und mit den Daten aus dem XML-Modell verarbeitet. In der vorliegenden Arbeit wird von einer webbasierten Anwendung mit den Zielsprachen JavaScript, JQuery und HTML ausgegangen.

Im Anwendungstemplate sind Angaben zur Oberfläche, zu Variablen und Funktionen der Anwendungslogik hinterlegt. Die nachfolgende Abbildung zeigt ein gekürztes Anwendungstemplate des funktionalen Bausteins *multiplechoices* zur Durchführung von Abstimmungen.

```

// Oberfläche des Bausteins
<fieldset data-role="controlgroup">
  <legend>
    <strong>#question#</strong>
  </legend>
  {multiplechoices}
  <input id="*id*" name="" data-theme="a" type="checkbox">
  <label for="*id*">
    *caption*<span id="feedback_*id*"></span>
  </label>
  {/multiplechoices}
</fieldset>
<input type="button" name="buttonAuswertung" id="buttonAuswertung1#id#" data-icon="arrow-r" data-iconpos="right" data-
theme="a" value="Evaluation" />
<div data-role="popup" id="popupDDLlogTrue1#id#" data-overlay-theme="a" data-theme="a" style="width: 600px;" class="ui-cor-
ner-all">
  <h2>Feedback</h2>
  <div data-role="content" data-theme="d" class="ui-corner-bottom ui-content">
    You selected the correct answers.
    <p>
      <a id="buttonContinue#id#" href="#page2" data-role="button">continue</a>
    </p>
  </div>
</div>
[Auslassungen]
// Modell des Bausteins
<script>
  var versuche# id# = 0;
  var evaluation#id#;
  $('#buttonContinue#id#').click(function() {#
    ready#
  });
  $('#buttonAuswertung1#id#').click(function() {
    var alleRichtig# id# = 0;
    versuche# id#++;
  {multiplechoices}
    var eval *id * = "*eval*";
    if (eval * id * == "true") {
      if ($('#*id*').is(":checked")) {
        if (versuche# id# >= #attempts#) {
          $('#feedback_*id*').html('');
          $('#*id*').checkboxradio('disable');
        }
      } else {
        alleRichtig#id#++;
      }
    }
    if (eval *id * == "false") {
      if ($('#*id*').is(":checked")) {
        alleRichtig# id#++;
      } else {
        if (versuche# id# >= #attempts#) {
          $('#feedback_*id*').html('');
          $('#*id*').checkboxradio('disable');
        }
      }
    }
  }
  {/multiplechoices}
[Auslassungen]
</script>

```

Abbildung 20: Anwendungstemplate für einen funktionalen Baustein

Ausgehend von diesem Anwendungstemplate werden die Daten aus der XML-Struktur durch zwei grundlegende Algorithmen eingebunden.

Einzelersetzungen

Durch Einzelersetzungen werden Daten aus dem jeweiligen Knoten oder systeminterne Daten⁴² in die Zielsprachen-Vorlage eingefügt. Dazu werden im Anwendungstemplate einzelne Ersetzungspunkte durch das Schema `#{keyword}#` definiert. Um die Daten aus dem Knoten zu ersetzen, wird das Anwendungstemplate nach den Namen der Attribute durchsucht und mit den jeweiligen Werten aus der XML-Struktur ersetzt. Beispielsweise durchsucht der Interpretierer die Zielsprachen-Vorlage nach dem Ersetzungspunkt `#id#` und wandelt diesen Ausdruck in den Identifikation `mid18` aus der XML-Struktur um.

Iterative Generierung

Zu funktionalen Bausteinen können mehrere Kind-Knoten existieren, sodass bestimmte Blöcke im Anwendungstemplate entsprechend der Anzahl der Kind-Knoten erzeugt werden. Zur Übertragung der Daten aus den Kind-Knoten werden die zu generierenden Ausdrücke in der Zielsprachen-Vorlage durch das Schema `{name_mutterknoten}/{name_mutterknoten}` markiert. In der nachfolgenden Abbildung werden die Zielsprachenvorlage (links) und das Ergebnis (rechts) nach der Bearbeitung durch den Interpretierer dargestellt:

<pre>{multiplechoices} <input id="*id*" name="" data-theme="a" type="checkbox"> <label for="*id*"> *caption* </label> {/multiplechoices}</pre>	<pre><input id="mid18_0" name="" data-theme="a" type="checkbox"> <label for="mid18_0"> Produktionskosten </label></pre>
--	--

Abbildung 21: Darstellung eines Zielsprachentemplates und des Ergebnisses des Interpretierers

In der XML-Struktur (vgl. Abb. 21 links) wurden für den *multiplechoices* Baustein zwei Antwortmöglichkeiten als Kind-Knoten angelegt. Durch den Interpretierer wird das Schema des Anwendungstemplates (linke Seite) zweimal durchlaufen und das entsprechende Ersetzungsergebnis in die ausführbare Anwendung eingefügt.

Auf Grundlage dieser Ersetzungsalgorithmen wird die definierte XML-Struktur iterativ durch den Interpretierer (vgl. Abb. 22) abgearbeitet und zu einer ausführbaren Anwendung zusammengefügt.

⁴² Zum Beispiel der Benutzername, der Modulname oder die Anzahl der Kind-Knoten.

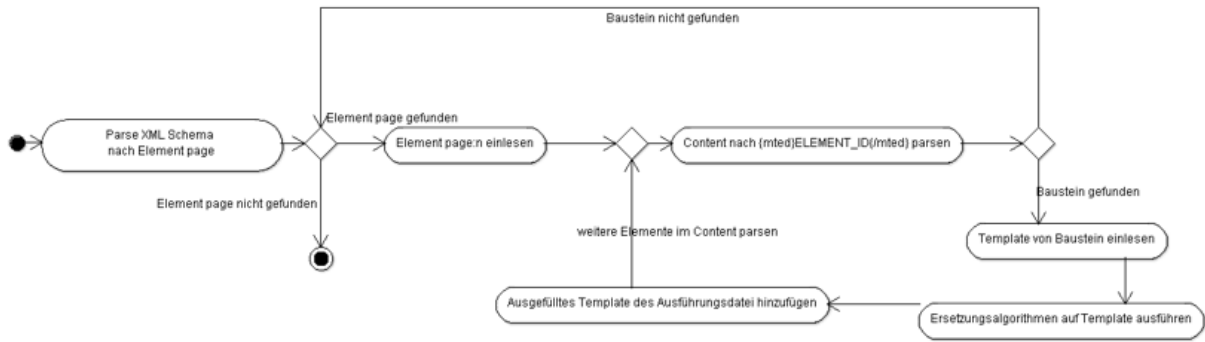


Abbildung 22: Prozess des MTED-Interpreters

Den Ausgangspunkt für den Interpreter bildet der Sicht-Baustein *page*, der in der XML-Struktur als Erstes angeordnet ist. Der Interpreter parst den Content des Bausteins *page* nach dem Schema $\{mtd\}ELEMENT_ID\{/mtd\}$, über das funktionale Bausteine in eine Sicht eingebunden sind.

```

preg_match_all('/{\mtd}.*?{\Vmtd}/is', $string, $matches);

foreach($matches[0] as $key => $data)
{
  [Auslassungen]
  $datajQuery = file_get_contents('pattern/JQMScheme/jqm_'. $xmlItem[0]->getName().' .html');
  [Auslassungen]
}
    
```

Abbildung 23: Ersetzung und Parse-Algorithmus im MTED-Interpreter durch Nutzung von jQuery-Mobile-Anwendungstemplates (eigene Darstellung)

Wird dieses Schema im Content des Bausteins *page* gefunden, liest der Interpreter zu diesem Baustein das Anwendungstemplate ein und beginnt, durch Ausführung der Ersetzungsalgorithmen die Daten aus der XML-Struktur einzufügen. Dieses aus den spezifischen Anwendungstemplates erzeugte Programmkonstrukt wird dem ausführbaren Modul sukzessive nach der ID des geparsen Elements *page* hinzugefügt. Nach vollständiger Bearbeitung aller *page*-Bausteine wird aus den erzeugten Daten eine ausführbare webbasierte Anwendung erstellt.

6.3.4.3 MTED PowerPoint App

Zur nahtlosen Integration in digitale Lernobjekte in Vorlesungen wurden für die Rolle der Lehrenden und der Teilnehmenden spezifische Software-Komponenten erstellt.

Eine *Präsentation und Steuerung durch den Lehrenden* erfolgt entweder durch eine webbasierte Ansicht (plattformunabhängige Bereitstellung) oder durch eine App, die für das Präsentationsprogramm PowerPoint 2016 erstellt wurde. Die nachfolgende Abbildung zeigt die Sichten der PowerPoint-2016-App:

Kapitel 6: Informatische Entwicklung

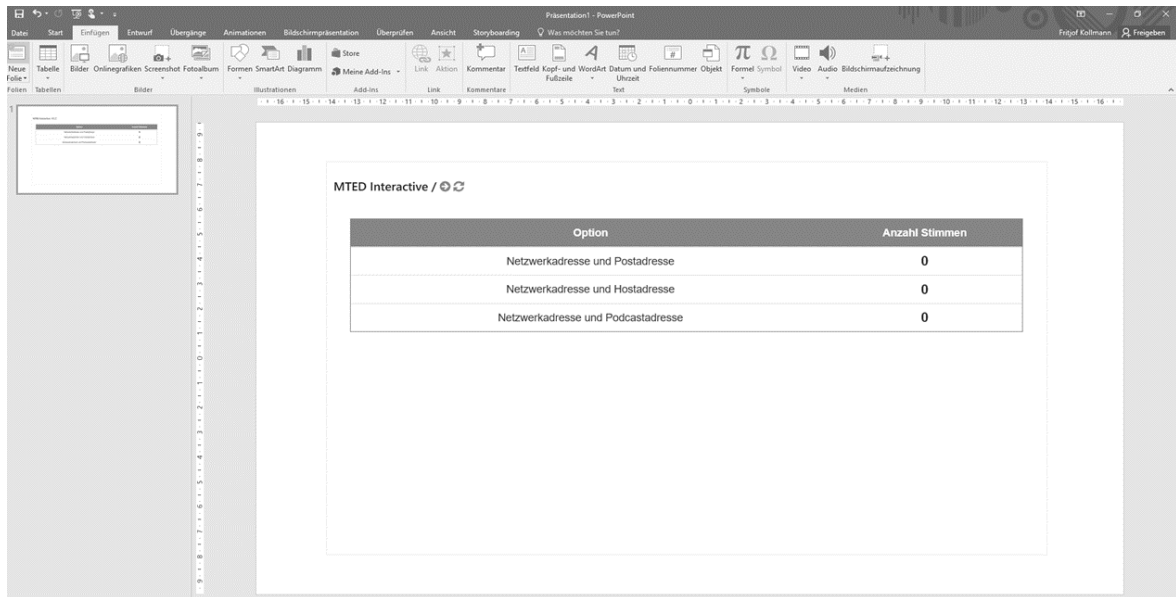


Abbildung 24: Einbindung eines MTED-Moduls über die PowerPoint-App

Nach Einbindung der MTED-App über den Office Store erscheint diese als skalierbare Komponente im Bearbeitungsfeld von PowerPoint. Nach einmaliger Authentifizierung wird über ein im Kopfbereich angeordnetes Eingabefeld der MTED-Code⁴³ eingegeben. Zu diesem digitalen Lernobjekt werden alle verfügbaren Sichten aufgelistet. Die über die App in das PowerPoint-Bearbeitungsfeld eingefügten Objekte sind eigenständig, deren Zustand persistent (vgl. Abb. 25) in der .pptx-Datei gespeichert wird.

```
// mted Code wird aus Eingabefeld ausgelesen
var mtedCode = $('#mtedCode').val();

// die Variable mtedCode wird im Dokument pptx gespeichert
Office.context.document.settings.set('mtedCode', mtedCode);

// die speicherinterne Kopie des Eigenschaftenbehälters für Einstellungen wird dauerhaft im Dokument gespeichert
Office.context.document.settings.saveAsync();
```

Abbildung 25: Persistente Speicherung der Sicht eines digitalen Lernobjektes in der Office-Anwendungsumgebung

Als Alternative zu einer Durchführung in PowerPoint kann diese webbasierte Sicht direkt im Webbrowser abgerufen werden.

⁴³ Für jedes digitale Lernobjekt wird ein eindeutiger (*unique*) MTED-Code vergeben. Über diesen MTED-Code kann das digitale Lernobjekt beispielsweise über die Kurz-URL: <http://q.mte.de/MTEDCode> aufgerufen werden.

6.3.4.4 MTED Cube App zur Ausführung digitaler Lernobjekte

Durch die native App MTED Cube (vgl. Abb. 26) wurde für die Rolle *Teilnehmende* ebenfalls eine spezifische Software-Komponente zur Durchführung der digitalen Lernobjekte und Einrichtung einer persönlichen Lernumgebung (*Personal Learning Environment*) erstellt.

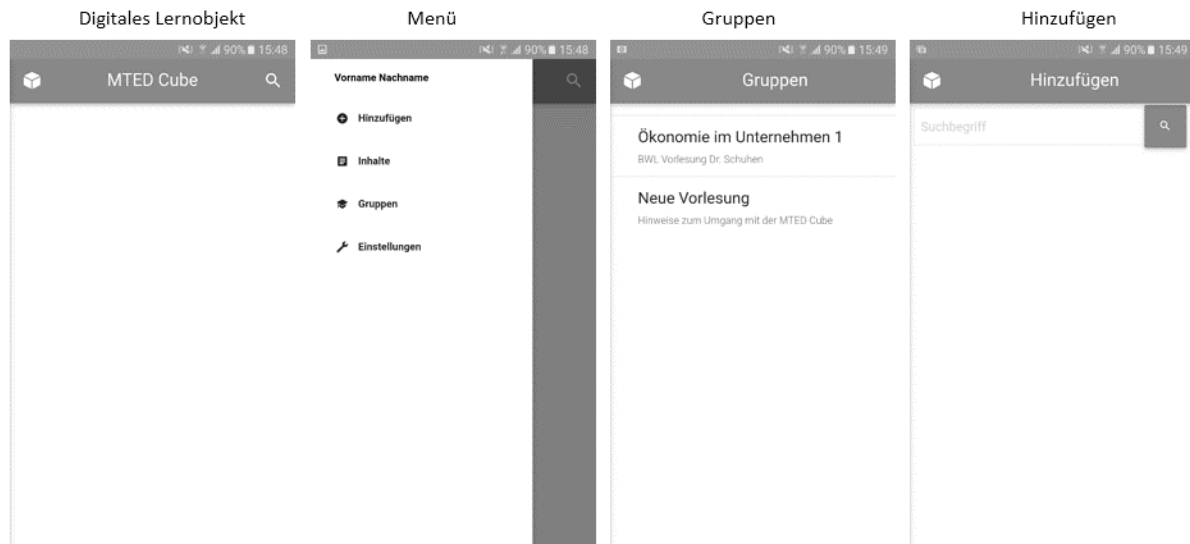


Abbildung 26: Zentrale Sichten der App MTED Cube

Durch die App ist der Lernende in der Lage, digitale Lernobjekte in der App persistent verfügbar zu machen und sich einer Lerngruppe anzuschließen.

- *Hinzufügen von Lerngruppen oder digitalen Lernobjekten:* Dies erfolgt durch die Sicht *Hinzufügen*, in der über ein Eingabefeld (Titel der Lerngruppe, Titel des Lernobjektes oder spezifisches Schlüsselwort) nach digitalen Lernobjekten und Gruppen gesucht werden kann. Liegt eine Berechtigung vor, dann werden die jeweiligen Objekte entweder in die Sicht *Gruppen* oder in die Sicht *Inhalte* listenartig einsortiert. Durch das Hinzufügen eines digitalen Lernobjektes wird dieses von der MTED-Plattform als Package heruntergeladen und in der App entpackt. Digitale Lernobjekte können dadurch auch lokal ausgeführt werden, solange für die Anwendungslogik keine dauerhafte Verbindung mit einem Server erforderlich ist.
- *Verwaltung von Lerngruppen:* Durch Klicken auf eine Lerngruppe (vgl. Abb. 26, Gruppen) werden alle digitalen Lernobjekte der Gruppe und Benachrichtigungen in einem zeitlichen Verlauf (*Stream*) untereinander dargestellt. Die Inhalte (Textnachrichten oder Links zu digi-

talen Lernobjekten) werden durch den Lehrenden innerhalb der Plattform MTED-Base verwaltet. So sind für den Lernenden alle digitalen Lernobjekte unmittelbar erreichbar und ein manuelles Suchen und Hinzufügen entfällt.

Im Vergleich zu einer ausschließlichen Nutzung des digitalen Lernobjektes über einen Webbrowser bietet die MTED-Cube-App den Vorteil, dass die digitalen Lernobjekte lokal verfügbar sind und eine persistente Speicherung von Benutzer- und Anwendungsdaten ermöglicht wird. Würden in einem Webbrowser alle Cache-Dateien (*web storage*⁴⁴) entfernt, wären auch alle dort gespeicherten Anwendungs- und Benutzerdaten zur Nutzung der digitalen Lernobjekte gelöscht.

6.3.4.5 Plattform MTED Base

In der webbasierten Plattform MTED Base (<https://base.mted.de>) werden alle Funktionen zur Verwaltung, Erstellung und Bereitstellung digitaler Lernobjekte vereinigt. In diesem Kapitel werden die zentralen Sichten und Funktionen zur Verwaltung digitaler Lernobjekte vorgestellt.⁴⁵ Die nachfolgende Abbildung zeigt die Benutzeroberfläche der Plattform:

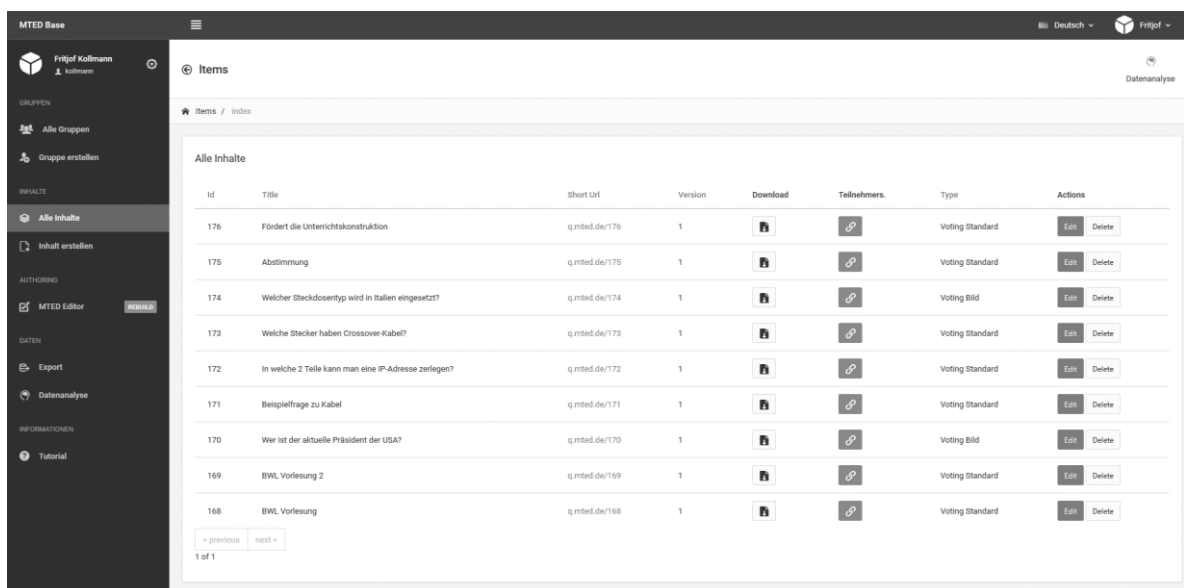


Abbildung 27: Benutzeroberfläche der MTED-Base-Plattform

Anwender der Plattform sind die Autoren und Entwickler funktionaler Bausteine. Im Mittelpunkt steht die Funktionalität zur Verwaltung und Erstellung digitaler Lernobjekte.

- *Digitale Lernobjekte verwalten:* Über den Menüpunkt *Alle Inhalte* (vgl. Abb. 27) stehen CRUD-Funktionen zur Verwaltung der digitalen Lernobjekte bereit. Im Mittelpunkt steht die

⁴⁴ <https://www.w3.org/TR/webstorage/>.

⁴⁵ Aus Gründen der Übersichtlichkeit werden nicht alle Funktionen der Plattform vorgestellt.

Sicht zur Konfiguration der einzelnen funktionalen Bausteine eines digitalen Lernobjektes. Die nachfolgende Abbildung zeigt die Möglichkeiten zur Einstellung des funktionalen Bausteins *Planspiel*:

Spielparameter Planspiel

1. Bezeichnung Spielparameter

Staatsausgaben

Ausgangswert

1025

Maximalwert

2000

Minimalwert

0

Maximale prozentuale Abweichung

5

Add Delete

Abbildung 28: Möglichkeiten zur Einstellung des funktionalen Bausteins Planspiel

In diesem funktionalen Baustein werden für ein Planspiel beliebig viele Spielparameter angelegt, zu denen die jeweiligen Einstellungen (Bezeichnung: Spielparameter, Ausgangswert, Maximalwert, Minimalwert und maximale prozentuale Abweichung) durch den Anwender festgelegt werden müssen (vgl. Abb. 28). Das zugehörige Gleichungssystem zur Auswertung der periodenbasierten Spielparameter wird ebenfalls in dieser Sicht bearbeitet. Weitergehend können über den Menüpunkt *Alle Inhalte* die Metadaten des digitalen Lernobjektes bearbeitet und die erstellte webbasierte App heruntergeladen werden.

- *Digitale Lernobjekte erzeugen*: Über den Menüpunkt *Inhalt* wird ein digitales Lernobjekt durch Auswahl eines funktionalen Bausteins erzeugt. Zur Modifikation des ausgewählten funktionalen Bausteins werden, basierend auf der zugehörigen XML-Struktur, entsprechende Eingabeformulare (vgl. Abb. 28) erzeugt. Über diese Sicht kann ein Autor in kurzer Zeit ein digitales Lernobjekt erstellen und dieses per Link oder über die Stream-Funktion einer Gruppe an die Lernenden verteilen.
- *Lerngruppen verwalten*: Eine weitere zentrale Funktion innerhalb der Plattform stellt die Verwaltung von Gruppen (z. B. Teilnehmende einer Vorlesung) dar. Jeder Gruppe ist ein

Inhalts-Stream zugeordnet, über den digitale Lernobjekte und Benachrichtigungen in einem zeitlichen Verlauf an die Gruppenmitglieder übermittelt werden. Weitere Funktionalitäten sind die Bereitstellung des MTED-Entwicklungswerkzeuges, Funktionen zum Export und zur statistischen Auswertung der auf dem Webserver gespeicherten Daten von digitalen Lernobjekten.

6.4 Zusammenfassung

Ausgehend vom Lösungsansatz zur technologischen Unterstützung von Lehr-Lernprozessen wurde ein System zur Konstruktion und Bereitstellung digitaler Lernobjekte erstellt.

Die implementierten Systemkomponenten stellen somit nicht nur ein Entwicklungs-, sondern auch ein Forschungswerkzeug zur Evaluation des informatischen Entwicklungsprozesses (Anforderungsanalyse) und der Wirksamkeit digitaler Lernobjekte dar. Ausgehend von den Ergebnissen der Anforderungsanalyse begründet sich dieser informatische Entwicklungsprozess durch den Anspruch eines *systematischen Forschungskonzeptes*. Demnach zählen nicht nur fachwissenschaftliche, lernpsychologische und Bedingungen der Untersuchungsumgebung zum Forschungskonzept, sondern auch die informatische Spezifikation der eingesetzten Komponenten.

Basierend auf einer normativen und empirischen Reflexion der konventionellen Vorlesung, der Erörterung technologisch unterstützter Lösungsmöglichkeiten und der informatischen Entwicklung eines Forschungswerkzeuges werden im letzten Kapitel diese Ergebnisse aggregiert und zur empirischen Untersuchung der Wirksamkeit digitaler Lernobjekte eingesetzt.

7 Konzept einer empirischen Untersuchung und erste Ergebnisse

Aus theoretischer Perspektive wurde das Konzept der Interaktivität als Möglichkeit der Veränderung konventioneller Vorlesungen identifiziert (vgl. Kap. 3). Im letzten Schritt dieser Arbeit werden digitale Lernobjekte in konventionelle Vorlesungen integriert, um die Wirksamkeit und Wirkung auf den Prozess der Wissensvermittlung zu untersuchen. **Das Ziel ist die Entwicklung eines Forschungsverfahrens zur Evaluation von digitalen Lernobjekte, die in eine konventionelle Vorlesung integriert werden.**

7.1 Grundlagen

7.1.1 Forschungsvorhaben

Das Forschungsziel dieser Arbeit ist die systematische Analyse, wie sich die Integration digitaler Lernobjekte auf die Wissensvermittlung in konventionellen Vorlesungen auswirkt. Basierend auf dieser Fragestellung wurde eine empirische Untersuchung in Vorlesungen im Wintersemester 2013/14 und im Wintersemester 2014/15 an der Universität Siegen durchgeführt. Untersucht wurde eine Vorlesung zu betriebswirtschaftlichen Grundlagen (Einführung in die BWL) und eine Vorlesung zu den Bereichen Investition und Finanzierung (Ökonomie im Unternehmen I), die sich mehrheitlich aus Lehramtsstudierenden zusammensetzen. Das weitere Vorgehen orientiert sich an den Verfahren der empirischen Wirkungsforschung (Hager 2003), in denen in der Regel die Effekte einer intervenierenden Maßnahme gemessen werden. Um einem ganzheitlichen Ansatz gerecht zu werden, wurden mehrere Konstrukte in die Untersuchung (vgl. Abb. 29) integriert:

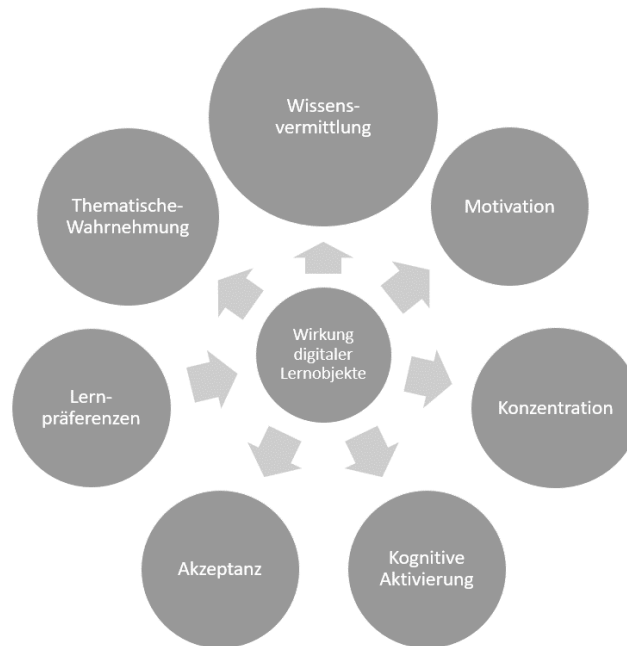


Abbildung 29: Allgemeiner Forschungsansatz zur Wirkung digitaler Lernobjekte (eigene Darstellung)

Zur Umsetzung dieses Forschungsvorhabens wurde ein Forschungsdesign entwickelt, um die Integration digitaler Lernobjekte zu untersuchen. Das Ziel ist zum einen, die Einsatzfähigkeit des informatischen MTED-Konzeptes zu erproben, und zum anderen, die Integration digitaler Lernobjekte zu evaluieren. Zur Analyse der Wirkung wird im ersten Ansatz ermittelt, wie sich die Integration der technologischen Unterstützung auf den Wissenserwerb der Studierenden auswirkt. Nachfolgend bezieht sich die spezifische Analyse auf die kognitive Aktivierung, die Motivation, die Konzentration und die thematische Wahrnehmung der Studierenden. Die Auswahl der verwendeten Konstrukte basiert auf den empirischen Ergebnissen zu instruktionalen Lernprozessen (vgl. Kap. 3.2) und Abstimmungssystemen (vgl. Kap. 5.4). Während in diesen Untersuchungen die einzelnen Konstrukte untersucht wurden, wird in dieser Arbeit zusätzlich das wechselseitige Wirkungsgefüge zwischen den digitalen Lernobjekten und den hier dargestellten Konstrukten (vgl. Abb. 29) analysiert.

Ziel der Analyse ist es herauszufinden, ob der Einsatz digitaler Lernobjekte den Wissenserwerb in der Vorlesung unterstützt und ob der Einsatz digitaler Lernobjekte Auswirkungen auf die Motivation, die kognitive Aktivierung, die thematische Wahrnehmung und auf die Konzentration der Teilnehmenden während der Vorlesung hat.

Weitergehend wird eine differenzierte Betrachtung durch Gruppenmerkmale und Personenmerkmale (z. B. Geschlecht oder Lernpräferenzen) vorgenommen. Im letzten Schritt erfolgt eine detaillierte Bewertung der digitalen Lernobjekte, die auf Analysen zur Akzeptanz des eingesetzten Verfahrens und auf Beurteilungsfragen zu den Aufgaben basiert.

7.1.2 Methodische Grundlagen

Aus methodischer Perspektive ist zum Nachweis der Wirksamkeit digitaler Lernobjekte erstens zu prüfen, ob eine Interventionsmaßnahme „nachweislich hinreichend intensive Veränderungen auf ihre internen programmspezifischen Ziele hin erzeugt [...]“ (Hager 2003, 2). Zweitens besteht die notwendige Anforderung, dass eine Verbesserung der Wirkung digitaler Lernobjekte nur dann als hinreichend intensiv bewertet werden kann, wenn Störfaktoren kontrolliert werden. Aus empirischer Perspektive besteht die Notwendigkeit von Experimental- und Kontrollgruppen, um die Wirkungen einer Interventionsmaßnahme systematisch miteinander vergleichen zu können.

Ausgehend von diesen grundlegenden Anforderungen werden in dieser Forschungsarbeit Hypothesen formuliert und basierend auf den Kriterien und Methoden einer hypothesenprüfenden (explorativen) Untersuchung erforscht (Bortz & Döring 2013, 52). Bei dieser Art von Untersuchung wird grundlegend von einem Hypothesenpaar ausgegangen, das aus einer Alternativhypothese (H1) und einer Nullhypothese (H0) besteht. Werden Vermutungen als Forschungshypothese formuliert, dann entspricht diese der Alternativhypothese, während eine Negierung dieser Aussage als Nullhypothese bezeichnet wird. Um Vergleiche zu den beschriebenen Forschungsergebnissen zu ermöglichen (vgl. Kap. 3.2 und Kap. 5.4), muss zudem zwischen spezifischen und unspezifischen Hypothesen unterschieden werden (Bortz 2005). Von unspezifischen Hypothesen wird gesprochen, wenn keine ausreichenden Grundlagen vorhanden sind, um genaue Angaben zur Größe der vermuteten Veränderung machen zu können. Durch spezifische Hypothesen wird dagegen eine definierte Effektgröße geprüft. Dies erfordert zum einen ausreichend Informationen zur Untersuchungssystematik und zudem Instrumente, um die Effektgrößen feststellen zu können. Mögliche Vergleiche zu spezifischen Hypothesen ergeben sich aus den empirischen Ergebnissen zu Abstimmungssystemen (vgl. Kap. 5.4) im Bereich des Lernzuwachses. In Anlehnung an die zu untersuchenden Konstrukte der Wahrnehmung muss geprüft werden, ob Bezüge zu spezifischen oder unspezifischen Hypothesen ermöglicht werden können.

Weitergehend erfolgt die Beurteilung hypothesenprüfender Untersuchungen über die Berechnung der Irrtumswahrscheinlichkeit durch Signifikanztests. Grundsätzlich wird bei einem Signifikanztest die Irrtumswahrscheinlichkeit untersucht, „mit welcher bedingten Wahrscheinlichkeit das gefundene Untersuchungsergebnis auftritt“ (Bortz & Döring 2013, 29), wenn in der untersuchten Gruppe die Nullhypothese gilt. Wird ein Effekt zwischen zwei Gruppen nur als *gering* ermittelt, wird von einer hohen Irrtumswahrscheinlichkeit ausgegangen und er als *nicht signifikantes Ergebnis* bezeichnet. Liegt dagegen ein signifikantes Ergebnis zwischen zwei Gruppen vor, kann aufgrund eines deutlichen Unterschiedes im untersuchten Effekt die Alternativhypothese angenommen werden. In der

Grundlagenforschung ist ein Signifikanzniveau von 5 Prozent üblich (Bortz & Döring 2013, 30). Die Durchführung hypothesenprüfender Untersuchungsverfahren und die Beurteilung durch Signifikanztest stellen die Grundlagen für das nachfolgende Untersuchungsdesign dar.

7.1.3 Untersuchungsdesign

Zur Ermittlung der Wirkung und Wirksamkeit digitaler Lernobjekte wurden die Vorlesungen in Experimental- und Kontrollgruppen aufgeteilt und ein Pretest-Posttest-Untersuchungsdesign (vgl. Tabelle 19) implementiert. Dazu wurde in der Experimentalgruppe (EG) eine zu evaluierende Maßnahme (digitale Lernobjekte) eingesetzt, während in der Kontrollgruppe (KG) keine Maßnahme eingesetzt wurde (Bortz & Döring 2013, 116). Die nachfolgende Tabelle zeigt den allgemeinen Verlauf der Untersuchungsgruppen:

Vorlesung	Wintersemester 2013/14	Wintersemester 2014/15
Einführung in die BWL	Experimentalgruppe (BWL_EG)	Kontrollgruppe (BWL_KG)
Ökonomie im Unternehmen I	Experimentalgruppe (ÖKO_EG)	Kontrollgruppe (ÖKO_KG)

Tabelle 19: Einteilung der Vorlesungen im zeitlichen Untersuchungsverlauf

Die Vorlesungen in der Experimental- und Kontrollgruppe wurden unter denselben zeitlichen, räumlichen und inhaltlichen Bedingungen gehalten. Zudem wurden alle Veranstaltungen durch denselben Dozierenden durchgeführt, sodass nur der Einsatz digitaler Lernobjekte variiert wurde.

Insgesamt wurden in drei Vorlesungssitzungen in den Experimentalgruppen jeweils zwei digitale Lernobjekte integriert, deren Inhalte in den Kontrollgruppen direktiv vermittelt wurden. Diese drei Vorlesungssitzungen werden in der vorliegenden Arbeit als *Untersuchungssitzungen (US)* bezeichnet.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die inhaltliche Struktur der Untersuchungssitzungen, für die insgesamt 12 digitale Lernobjekte⁴⁶ erstellt wurden:

⁴⁶ Eine konkrete Beschreibung der digitalen Lernobjekte ist im Anhang angefügt. Zusätzlich wird im Kapitel der empirischen Untersuchung eine spezifische Analyse der digitalen Lernobjekte vorgenommen.

	BWL_EG	BWL_KG	ÖKO_EG	ÖKO_KG
US_1 (Sitzung 1)	A1_BWL_ME [Typ A] Rechtsformwahl 1	A1_BWL_F Rechtsformwahl 1	A1_ÖKO_ME [Typ A] Ziele Finanzierung	A1_ÖKO_F Ziele Finanzierung
	A2_BWL_ME [Typ A] Rechtsformwahl 2	A2_BWL_F Rechtsformwahl 2	A2_ÖKO_ME [Typ A] Kapitalerhöhung AG	A2_ÖKO_F Kapitalerhöhung AG
US_2 (Sitzung 2)	A3_BWL_ME [Typ A] Modell Ansoff	A3_BWL_F Modell Ansoff	A3_ÖKO_ME [Typ B] Emissionskosten	A3_ÖKO_F Emissionskosten
	A4_BWL_ME [Typ A] Modell Porter	A4_BWL_F Modell Porter	A4_ÖKO_ME [Typ C] Handel mit Optionen	A4_ÖKO_F Handel mit Optionen
US_3 (Sitzung 3)	A5_BWL_ME [Typ B] lineare Abschreibung	A5_BWL_F lineare Abschreibung	A5_ÖKO_ME [Typ E] Leverage-Effekt	A5_ÖKO_F Leverage-Effekt
	A6_BWL_ME [Typ B] degressive Abschreibung	A6_BWL_F degressive Abschreibung	A6_ÖKO_ME [Typ D] Kritik Leverage-Effekt	A6_ÖKO_F Kritik Leverage-Effekt

Tabelle 20: Übersicht über die fachwissenschaftlichen Themen der empirischen Untersuchung

Zur inhaltlichen Gestaltung (vgl. Kap. 3.2) der digitalen Lernobjekte wurden fünf Aufgabentypen (vgl. Tabelle 21) eingesetzt, die sich primär durch den Grad der Interaktivität und die spezifischen methodischen Merkmale unterscheiden.

Typ	Bezeichnung	Beschreibung	Form
A	Fallbeispiel	Ausgehend von einer Problembeschreibung soll der Lernende im ersten Schritt Informationen aus dem Fall wiedergeben. Dies erfolgt durch die Beantwortung von Single-Choice-Aufgaben. Im zweiten Schritt erfolgt durch die Auswahl von Single-Choice- oder Multiple-Choice-Fragen eine Einschätzung und/oder Problemlösung des Falls. Im letzten Schritt wird durch Auswahl einer Antwortoption eine endgültige Entscheidung zur Lösung des Problems getroffen.	offen
B	Interaktive Tabelle	Im Kontext einer Aufgabenbeschreibung wird dem Lernenden eine leere/teilweise ausgefüllte Tabelle angezeigt. Durch das Ausfüllen der Zellen erhält der Lernende unmittelbare Rückmeldungen zum Lernprozess.	geschlossen
C	Simulation	Im Rahmen einer Rollenbeschreibung agiert der Lernende zum Beispiel auf einem Markt und kann mit anderen Lernenden Transaktionen durchführen. Durch die Daten der Simulation können beispielsweise Diagramme erzeugt werden, die eine Reflexion im Plenum ermöglichen.	offen
D	Wissensmarkt	Zu Beginn erhält der Lernende eine Aufgabenstellung, die durch die Eingabe in ein Freitextfeld bearbeitet wird. Im nächsten Schritt werden dem Lernenden alle Eingaben der Lerngruppe gezeigt. Der Lernende muss sich einen Überblick verschaffen und eine Antwort als die beste bewerten. Durch den Dozierenden wird ein Ranking der Eingaben angezeigt.	offen
E	Umgang mit Modellen	Ausgehend von einer Aufgabenstellung wird dem Lernenden eine Gleichung gezeigt, an der bestimmte Elemente durch Freitextfelder ersetzt wurden. Diese freien Stellen können vom Lernenden manipuliert werden, um die Wirkung unmittelbar im Rahmen der Aufgabenstellung zu erfahren.	geschlossen

Tabelle 21: Aufgabentypen der digitalen Lernobjekte in der Experimentalgruppe

Die Integration der digitalen Lernobjekte in die Untersuchungssitzungen der Experimentalgruppe erfolgte nach einem einheitlichen zeitlichen Schema, sodass auch innerhalb der Sitzungen ein Vergleich mit den Kontrollgruppen ermöglicht wird. In diesem Zusammenhang visualisiert die nachfolgende Abbildung den Ablauf einer Untersuchungssitzung, in der Phasen der direktiven Vermittlung und der jeweiligen Treatments eingeplant wurden:

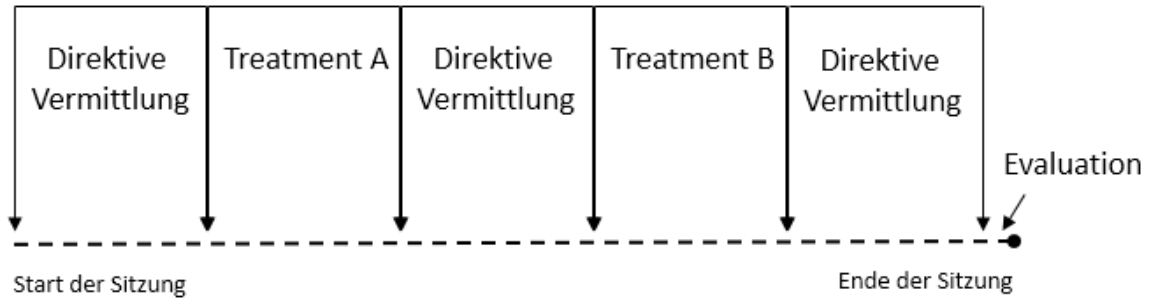


Abbildung 30: Schematischer Ablauf einer Vorlesungssitzung (eigene Darstellung)

Wie dem schematischen Ablauf einer Untersuchungssitzung zu entnehmen ist, wurden jeweils zwei Treatments in den Prozess der konventionellen Vorlesung integriert. Die Durchführungszeit eines Treatments beträgt zwischen 5 und 10 Minuten. In der Experimentalgruppe wurden in diese Phasen die digitalen Lernobjekte integriert, während in der Kontrollgruppe die identischen Inhalte direktiv vermittelt wurden. Die Integration der digitalen Lernobjekte wurde durch technologische Aufzeichnungen begleitet und ergänzend wurde in jeder Untersuchungssitzung am Ende eine Evaluation mithilfe eines Fragebogens (Effekte der Treatments, Einstellungen und Inhalte der Vorlesungssitzung) implementiert (vgl. Tabelle 22). Die nachfolgende Abbildung zeigt, welche spezifischen Konstrukte⁴⁷ in den jeweiligen Untersuchungssitzungen ermittelt wurden.

Gruppe Phase	Kog. Aktivierung	Akzeptanz	Demografie	Engagement	Selbsteinschätzung	Präferenzen	Fähigkeiten	Konzentration	Motivation	Wissenstest	Lerneffekte	Niveau der Vorlesung	Volition	Thematische Wahrnehmung	Inhalte der VS	Daten aus DL
BWL_EG Start	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x						
BWL_EG 1-3	x	x						x	x		x	x	x	x	x	x
BWL_EG Ende										x						
BWL_KG Start	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x						
BWL_KG 1-3	x	x						x	x		x	x	x	x	x	
BWL_KG Ende										x						
ÖKO_EG Start	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x						
ÖKO_EG 1-3	x	x							x		x	x	x	x	x	x
ÖKO_EG Ende										x						
ÖKO_KG Start	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x						
ÖKO_KG 1-3	x	x						x	x		x	x	x	x	x	
ÖKO_KG Ende										x						

Tabelle 22: Untersuchungsplan im Vergleich der Experimental- und Kontrollgruppen

Insgesamt wurden in jeder Untersuchungsgruppe (vgl. Tabelle 20) fünf Evaluationen durchgeführt, wozu der Pretest und der Posttest und die Fragebögen am Ende der jeweiligen Untersuchungssit-

⁴⁷ Die Items zu den einzelnen Konstrukten und Einstellungen (z. B. Präferenzen) sind im Anhang angefügt.

zung zählen. In der ersten Vorlesungssitzung (vgl. Tabelle 22, Phase Start) wurde in allen Untersuchungsgruppen ein Pretest ausgegeben, in dem ein Wissenstest, Merkmale, Präferenzen und Einstellungen der Lernenden abgefragt wurden. In den jeweiligen Untersuchungssitzungen (Phase 1-3) wurde am Ende der Sitzung ein Fragebogen zu den Effekten und zur Wahrnehmung des Treatments integriert (vgl. Abb. 30). Am Ende des Semesters wurde in allen Untersuchungsgruppen ein Posttest durchgeführt, um den Wissenserwerb zu überprüfen.⁴⁸

Zusammenfassend zeigt der beschriebene Untersuchungsplan einen systematischen Ansatz zur Erforschung der Wirkung und Wirksamkeit digitaler Lernobjekte. In den nachfolgenden Kapiteln werden zum einen der beschriebene Forschungsansatz testtheoretisch klassifiziert und zum anderen die Möglichkeiten zur Operationalisierung der zu evaluierenden Konstrukte beschrieben.

7.1.4 Klassifikation des Forschungsansatzes

Eine Klassifikation der Untersuchungsumgebung wird primär durch die *interne und externe Validität* ermöglicht. Unter dieser wird das Ausmaß verstanden, in dem der Test das misst, was er messen soll (Rost 2004, 34).

„Die interne Validität sinkt mit wachsender Anzahl plausibler Alternativerklärungen für die Ergebnisse. Eine Untersuchung ist extern valide, wenn ihre Ergebnisse über die besonderen Bedingungen der Untersuchungssituation und über die untersuchten Personen hinausgehend generalisierbar sind. Interne Validität liegt vor, wenn Veränderungen in den abhängigen Variablen eindeutig auf den Einfluss der unabhängigen Variablen zurückzuführen sind bzw. wenn es neben der Untersuchungshypothese keine besseren Alternativerklärungen gibt“ (Bortz & Döring, 2005, 57).

„Die externe Validität sinkt mit wachsender Unnatürlichkeit der Untersuchungsbedingungen bzw. mit abnehmender Repräsentativität der untersuchten Stichproben. Externe Validität liegt vor, wenn das in einer Stichprobenuntersuchung gefundene Ergebnis auf andere Personen, Situationen oder Zeitpunkte generalisiert werden kann“ (Bortz & Döring, 2005, 57).

Grundlegende Indikatoren zur Beurteilung der internen und externen Validität sind die konkrete Zusammensetzung der Untersuchungsgruppe und die Untersuchungsumgebung, wobei zwischen *experimentellen* und *quasiexperimentellen Untersuchungen* unterschieden wird. Während in einer

⁴⁸ Alle Testinstrumente sind im Anhang angefügt.

quasiexperimentellen Untersuchung eine natürliche Gruppe⁴⁹ (Bortz & Döring, 2005, 54) untersucht wird, werden in einer experimentellen Untersuchung zufällig zusammengestellte Gruppen verglichen. Bei der Durchführung von quasiexperimentellen Untersuchungen besteht die Gefahr, dass eine Ungleichverteilung spezifischer Personenmerkmale vorliegt und so ein Einfluss nicht nur durch die unabhängige Variable erklärt werden kann. Mit dem Ziel der Äquivalenz beider Gruppen wird dagegen in experimentellen Untersuchungen eine Randomisierung durchgeführt, um die personenbezogenen Störvariablen zu neutralisieren. Zur Durchführung von quasiexperimentellen Untersuchungen ist es deswegen erforderlich, Gruppenunterschiede in Bezug auf die abhängige Variable zu überprüfen (vgl. Kap. 7.3) und Unterschiede der Konfundierungseffekte (*confounder*) beider Gruppen zu identifizieren (Bortz & Döring 2003).

Neben der Zusammenstellung der Untersuchungsgruppen wird zur Beurteilung der Validität zudem zwischen *Feld- und Laboruntersuchungen* unterschieden. Felduntersuchungen finden in der natürlich belassenen Umgebung statt und weisen deswegen eine hohe externe Validität auf, im Gegensatz zu Laboruntersuchungen. Felduntersuchungen haben den Nachteil, dass durch die Natürlichkeit der Untersuchungsumgebung eine Kontrolle störender Einflussfaktoren nur bedingt möglich ist. Dies führt im Vergleich mit Laboruntersuchungen zu einer geringeren internen Validität, sodass untersuchungsbedingte Störvariablen als Einflussfaktoren auf die abhängige Variable geprüft oder möglichst ausgeschlossen werden müssen. Die folgende Tabelle zeigt die Beurteilung der Validität im Rahmen der vorgestellten Bedingungen (Bortz & Döring 2016, 208):

	Experimentell	Quasiexperimentell
Feld	hohe interne Validität	geringe interne Validität
	hohe externe Validität	hohe externe Validität
Labor	hohe interne Validität	geringe interne Validität
	geringe externe Validität	geringe externe Validität

Tabelle 23: Kombination der Untersuchungsvarianten nach Bortz & Döring (2016, 208)

Ausgehend von diesen Kombinationen der Untersuchungsvarianten zeigt sich, dass die experimentelle Felduntersuchung in Bezug auf die interne und externe Validität allen anderen Varianten überlegen ist. Im Forschungsprozess dieser Arbeit wurde eine quasiexperimentelle Felduntersuchung durchgeführt, die eine hohe externe Validität aufweist. In Bezug auf die interne Validität wird nachfolgend eine Beurteilung der untersuchungsbedingten Störvariablen vorgenommen:

⁴⁹ Natürliche Gruppen sind beispielsweise existierende Lerngruppen, deren Zusammensetzung nicht durch Zuteilungsverfahren (Randomisierung) verändert wurde (Bortz & Döring, 2005, 54).

Einflussfaktor	Bewertung der Untersuchung
Externe zeitliche Einflüsse	Die Kontroll- und die Experimentalgruppe wurden auf zwei Semester verteilt durchgeführt. In diesem Zeitraum kann davon ausgegangen werden, dass keine neuen externen Einflüsse die interne Validität verändern.
Reifungsprozesse	In den jeweiligen Gruppen sind die Studierenden im gleichen Alter. Von einem Einfluss auf die interne Validität kann nicht ausgegangen werden.
Testübung	Insgesamt wurden vier Fragebögen eingesetzt. Der Pretest und Posttest zur Ermittlung des Wissenserwerbs weisen eine zeitliche und inhaltliche Unterscheidung auf, sodass hier nicht vom Einflussfaktor „Testübung“ ausgegangen werden kann.
Mangelnde instrumentelle Reliabilität	Alle Testwerkzeuge wurden auf ihre Reliabilität überprüft. Als Grenzwert gilt Cronbachs Alpha > .700.
Selektionseffekte	An der Experimental- und Kontrollgruppe nehmen die Studierenden eines Semesters teil, die nicht einen Selektionsprozess durchlaufen haben. Für die Gruppen ist zu zeigen, dass ihre untersuchten Personenmerkmale gleichverteilt sind (vgl. Kap. 7.3).
Experimentelle Mortalität	Die Teilnahme an Vorlesungen ist freiwillig und kann nicht erzwungen werden. Experimentelle Mortalität ist ein Einflussfaktor, der zum einen die interne Validität beeinflusst und zum anderen aber für eine hohe externe Validität spricht. Hier besteht die Möglichkeit spezifischer Teilgruppenanalysen.
Empörte Demoralisierung	Dieser Einflussfaktor wurde möglichst ausgeschlossen, indem die Experimental- und Kontrollgruppe in unterschiedlichen Semestern implementiert wurden. Bei einer zeitgleichen Implementierung wäre gerade bei Erstsemestern in der Vorlesung „Einführung in die BWL“ dieser Einflussfaktor wahrscheinlich gewesen.
Kompensatorischer Wettstreit	Auch dieser Einflussfaktor wurde durch die nicht zeitgleich stattfindende Implementierung der Experimental- und Kontrollgruppe möglichst ausgeschlossen.
Kompensatorischer Ausgleich	Durch eine Standardisierung der Untersuchung, die festgelegten inhaltlichen Abläufe und durch denselben Lehrenden wurde dieser Einflussfaktor ausgeschlossen.
Treatmentdiffusion	In der Experimental- und Kontrollgruppe wurden die identischen fachlichen Inhalte vermittelt. In der Kontrollgruppe konnte nicht festgestellt werden, dass die Studierenden die Reaktionen der Experimentalgruppe imitieren oder antizipieren.

Tabelle 24: Beurteilung der internen Validität durch mögliche Einflussfaktoren nach Bortz & Döring (2016, 100 ff.)

Insgesamt wurden die Einflussfaktoren auf die interne Validität in der Untersuchungsplanung weitergehend vermindert. Ein zentraler Einflussfaktor stellt die zeitlich unterschiedliche Implementierung von Experimental- und Kontrollgruppe dar. Zum einen können dadurch zeitliche externe Einflüsse auftreten, die in der Untersuchung jedoch nicht festgestellt wurden. Zum anderen würde eine zeitlich parallele Implementierung wiederum die interne Validität negativ beeinflussen, da die Kontrollgruppe vermutlich das Treatment der Experimentalgruppe nachfragen würde. Besonders bei Felduntersuchungen in universitären Lehrveranstaltungen muss dieser Faktor berücksichtigt werden, da von einer direkten Kommunikation zwischen den Studierenden beider Gruppen durch eine fehlende räumliche Trennung ausgegangen werden kann. Unter diesen Voraussetzungen würde gerade die externe Validität negativ beeinflusst werden.

Auch bei der externen Validität wurden in der Untersuchungsplanung die zentralen Einflussfaktoren berücksichtigt.

Einflussfaktor	Bewertung der Untersuchung
Mangelnde instrumentelle Validität	Die Testinstrumente wurden vor der Durchführung in den Vorlesungen in anderen Lehrveranstaltungen erprobt, um eine instrumentelle Validität möglichst sicherzustellen.
Stichprobenfehler	Die Ergebnisse werden immer im Rahmen der untersuchten Teilgruppen betrachtet und nicht auf die Grundgesamtheit verallgemeinert.
Experimentelle Reaktivität	Durch die Implementierung einer Felduntersuchung, in der die bestehende Vorlesung nur durch eine minimale Intervention verändert wird, kann dieser Einflussfaktor vernachlässigt werden.
Pretest-Effekte	Durch das implementierte Untersuchungsdesign kann nicht davon ausgegangen werden, dass die Sensitivität oder das Problembewusstsein der Untersuchungsteilnehmer beeinflusst wird.
Hawthorne-Effekte	Den Teilnehmern der Vorlesung wurde nicht mitgeteilt, dass sie an einer Untersuchung teilnehmen. Die Fragebögen wurden zur Evaluation der Vorlesung ausgeteilt.

Tabelle 25: Beurteilung der externen Validität durch mögliche Einflussfaktoren nach Bortz & Döring (2016, 104)

Zusammengefasst zeigt sich, dass mögliche Störvariablen berücksichtigt wurden und gleichzeitig die ursprüngliche Zusammensetzung (Natürlichkeit) der Untersuchungsumgebung durch das gewählte Forschungsdesign erhalten bleibt. Eine Aufteilung der Vorlesungsteilnehmer innerhalb eines Semesters würde dagegen nicht nur die Validität der Untersuchung existenziell gefährden, sondern auch das Untersuchungskonstrukt der konventionellen Vorlesung verfälschen. Ansätze, die eine grundlegende Veränderung der konventionellen Vorlesung oder Aufteilung in Gruppen innerhalb eines Semesters vornehmen, wurden in den bereits beschriebenen Metanalysen als *unsystematisch* und als *nicht nachvollziehbar* erörtert (vgl. Kap. 5.4.5). Die Durchführung einer quasiexperimentellen Felduntersuchung ist insbesondere unter Berücksichtigung einer hohen externen Validität die Grundvoraussetzung für die Evaluation der *Wahrnehmung der Wissensvermittlung* in einer Vorlesung.

7.2 Untersuchungskonstrukte

Ausgehend von der Untersuchung zum Wissenserwerb (Pretest und Posttest) wurden weitere Befragungen zur Wirkung und Wahrnehmung digitaler Lernobjekte integriert. Untersucht wurden die Konstrukte der Motivation, Konzentration, kognitiven Aktivierung und der thematischen Wahrnehmung am Ende jeder Untersuchungssitzung. Aufgrund der zur Verfügung stehenden Zeit am Ende der Untersuchungssitzungen (ca. 5 Minuten) wurden aus den einzelnen Konstrukten spezifische Teilkonstrukte adaptiert (beispielsweise kognitive Aktivierung) und für dieses Forschungsvorhaben angepasst. Im nachfolgenden Kapitel werden deswegen die untersuchten Konstrukte im Überblick beschrieben und die Möglichkeiten zur testtheoretischen Operationalisierung erörtert.

7.2.1 Konzentration

Als eigenständiges Konstrukt wird unter Konzentration die Fähigkeit verstanden, die Aufmerksamkeit auf relevante Dinge richten zu können und diesen Fokus aufrechterhalten zu können. In Vorlesungen zählen hierzu exemplarisch das Verfassen von Mitschriften oder das Zuhören während einer Vorlesung (Schmidt-Atzert & Krumm, 2008). Berg und Imhof (2006) orientieren sich an einem kriterienbasierten Ansatz und sprechen von Konzentration, wenn nachfolgende Kriterien erfüllt sind:

Kriterium	Konzeption von Vorlesungen
Intentionalität	<ul style="list-style-type: none"> • Lernziele für Vorlesungsinhalte aufzeigen • Möglichkeiten der Erreichung von Lernzielen schaffen
Integration	<ul style="list-style-type: none"> • Vorwissen, Fähigkeiten und Fertigkeiten berücksichtigen • Möglichkeiten der kontrollierten Verarbeitung (Integration) schaffen
Beanspruchung energetischer Ressourcen	<ul style="list-style-type: none"> • Berücksichtigung des individuellen Leistungsniveaus (Imhof 1995; Schmidt-Atzert et al. , 2004)
Abschirmung konkurrierender Reize	<ul style="list-style-type: none"> • Initialisierung einer gezielten Lernumgebung • Didaktische Reduktion von Vorlesungsinhalten

Tabelle 26: Anforderungen an die Ermöglichung einer hohen Konzentrationsleistung in Vorlesungen

Grundlegend kann eine Operationalisierung der Konzentrationsleistung großer Untersuchungsgruppen nur durch den Lernenden selbst erfolgen. In vergleichbaren Untersuchungen (Stuart & Rutherford 1978) wurden Selbstbeobachtungsbögen eingesetzt, um in definierten Zeitabständen die individuelle Konzentration zu erfassen. In dieser Arbeit wurde in den begleitenden Fragebögen die Konzentrationsleistung in der Experimental- und in der Kontrollgruppe in vier Vorlesungssitzungen mittels der folgenden Items ermittelt.

Wie schätzen Sie Ihre Konzentration in der jeweiligen Phase der heutigen Vorlesung ein?				
	sehr konzentriert	konzentriert	unkonzentriert	sehr unkonzentriert
Im ersten Drittel der Vorlesung war ich ...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Im zweiten Drittel der Vorlesung war ich ...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Am Ende der Vorlesung war ich ...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Tabelle 27: Item zur Untersuchung der Konzentration in der Vorlesung

Im Pretest, der nach den ersten drei regulären Sitzungen stattfand, bezieht sich dieses Item auf die Konzentration in den ersten drei Sitzungen. In den Untersuchungssitzungen geben die Studierenden ihre Konzentration nur für die jeweilige Untersuchungssitzung an. So konnte die Konzentrationsleistung zu vier verschiedenen Messzeitpunkten erhoben werden.

Zur Messung der Konzentrationsleistung bei der Bearbeitung von Aufgaben werden von Schmidt-Atzert et al. (2006, 14) die Faktoren benötigte Zeit und Fehlerhäufigkeit vorgeschlagen. Wird die Konzentrationsleistung als eine Bedingung für Aufmerksamkeit definiert, kann nach Engelkamp & Zimmer (2006) das Anforderungsniveau der Aufgabe als ein Faktor der spezifischen Analyse der

Vorlesungssitzung eingestuft werden. Somit sind das Vorwissen, die Wahrnehmung der Relevanz einer Aufgabe (Hasselhorn & Gold, 2006) und das individuell empfundene Niveau der Aufgabe weitere Möglichkeiten, die Konzentrationsleistung zu interpretieren. Für das in dieser Arbeit gewählte Untersuchungsdesign wird die Konzentrationsleistung (vgl. Tabelle 25) durch die Studierenden (Selbstbeobachtung) erfasst. Das Niveau der Aufgabe sowie das Vorwissen sind allerdings Faktoren, die ebenfalls mit erhoben werden und bei der ganzheitlichen Betrachtung der Wirkung von digitalen Lernobjekten mit einbezogen werden.

7.2.2 Motivation

Neben der Konzentrationsleistung wird in dieser Forschungsarbeit angenommen, dass die Motivation in der Vorlesung einen grundlegenden Faktor zur Gestaltung effektiver Lehr-Lernprozesse darstellt. Das Konstrukt der Motivation wird als unterstützende Funktion im Lernprozess und als ein Faktor eines längerfristigen Erwerbs von Wissen eingestuft (Schiefele & Streblow 2003, 234). Die Motivation stellt einen Faktor zur Erklärung des Lernerfolgs dar, weil sie die Erlebnisqualität im Lernprozess und die empfundene Relevanz eines Themas unmittelbar beeinflusst (Köller 1998; Pintrich 2000).

Aus psychologischer Perspektive wird Motivation durch die Ausrichtung auf einen Zielzustand definiert, wobei die Ausrichtung die Dauer und die Intensität des zielgerichteten Handelns beeinflusst (Rheinberg 2002, 17). Deci und Ryan (1985) unterscheiden in diesem Zusammenhang zwischen intrinsischer und extrinsischer Motivation. Liegt der angestrebte Zielzustand in der Handlung selbst bzw. in der mit der Handlung verbundenen Erlebnisqualität, wird diese als intrinsische Motivation bezeichnet (Schiefele & Streblow 2003, 235). Von einem Zielzustand der extrinsischen Motivation wird gesprochen, wenn die Motivation außerhalb der Handlung liegt und damit eine instrumentelle Funktion⁵⁰ abgebildet wird.

In Bezug auf die Wirkung didaktischer Interventionen wird in dieser Arbeit die Leistungsmotivation als eine spezifische Form der Lernmotivation zugrunde gelegt. Unter Leistungsmotivation wird das Bedürfnis (intrinsische Motivation) einer Person verstanden, eine Aufgabe erfolgreich zu bearbeiten (Köck & Ott 1976, 430 f.). Im Modell der Leistungsmotivation nach Schmidt-Atzert (2006) (vgl. Abb. 31) werden die individuelle Anstrengung und das Motiv als notwendige Bedingungen bei dem Lernenden betrachtet, um sich selbst oder andere zu übertreffen.

⁵⁰ Instrumentelle Funktion: Handlungen werden durchgeführt, um positive Konsequenzen zu erreichen oder negative Konsequenzen zu vermeiden.

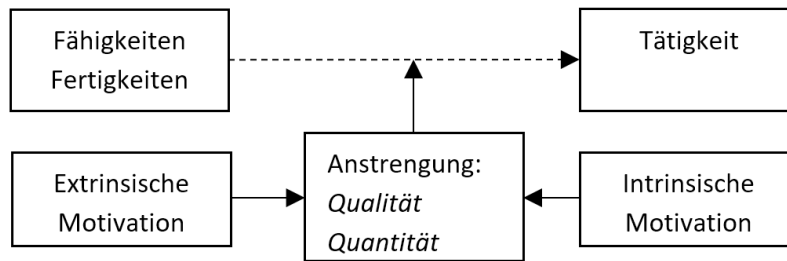


Abbildung 31: Modell der Leistungsmotivation nach Schmidt-Atzert (2006, 226)

Ausgehend von diesen theoretischen Annahmen gilt, dass eine höhere Motivation des Lernenden durch eine gesteigerte qualitative und quantitative Anstrengung erklärt werden kann. In Bezug auf die empirische Untersuchung in dieser Arbeit müssen demnach die Fähigkeiten und Fertigkeiten der Untersuchungsgruppen ermittelt werden, um Aussagen über die Anstrengung ableiten zu können. Eine Operationalisierung dieser Bedingung kann durch die Bearbeitungsgeschwindigkeit, die Gründlichkeit der Bearbeitung oder die investierte Zeit erfolgen. Ergänzend nennen Koestner & McClelland (1990) die Eigenverantwortung, die Herausforderung und Rückmeldungen zum Lernprozess als anregende situative Bedingungen, die zu einer Anstrengung bei leistungsmotivierten Menschen führen. Liegen diese Situationsmerkmale in einem Lernprozess nicht vor, dann wird auch „ein habituell hoch leistungsmotivierter Mensch keine besondere Anstrengung entwickeln“ (Schmidt-Atzert 2006, 227). Zusammenfassend zeigt die nachfolgende Tabelle, welche Faktoren der Leistungsmotivation in Vorlesungen berücksichtigt werden können:

Konzept	Anforderungen	Konzeption von Vorlesungen
Lernmotivation	Intrinsische Motivation Extrinsische Motivation	Ermöglichung von Bewertungen und Rückmeldungen zum Lernfortschritt der Studierenden
Leistungsmotivation	Eigenverantwortung kognitive Herausforderung Feedback	Vorwissen berücksichtigen Aktivierende Aufgaben Niveaustufen Auswertungsmöglichkeiten
Rubikonmodell der Handlungsphasen	Eigenschaften der vier Phasen berücksichtigen	Aktivierung der Studierenden Lernen als aktive Handlung Bewertungsmöglichkeiten Zielausrichtung

Tabelle 28: Anforderungen zur Konzeption motivationaler Prozesse der Wissensvermittlung

Ausgehend von diesen Faktoren stellt sich die Frage nach der Motivationsquelle innerhalb eines Lehr-Lernprozesses. Für einen Vergleich der Untersuchungsgruppen wurde deswegen grundlegend nach der Motivationsquelle gefragt:

Bitte entscheiden Sie, inwieweit Sie den nachfolgenden Aussagen zustimmen:				
	Stimme voll zu	Stimme eher zu	Stimme eher nicht zu	Stimme überhaupt nicht zu
Das Thema der Vorlesung motiviert mich zu einer intensiven Auseinandersetzung mit der Thematik.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Der Dozent motiviert mich zu einer intensiven Auseinandersetzung mit der Thematik.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Der Einsatz mobiler Endgeräte motiviert mich zu einer intensiven Auseinandersetzung mit der Thematik.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Tabelle 29: Befragung nach der Motivationsquelle in der Experimentalgruppe

Wird die Leistungsmotivation weitergehend als phasenbasiertes Kontinuum zwischen der Anregung einer Handlung und der metakognitiven Reflexion des Bearbeitungsprozesses betrachtet, stellt sich die Frage nach der Operationalisierbarkeit dieser Phasen. Dazu wird ermittelt, ob die Motivation nicht nur zur bewussten Planung einer Handlung, sondern auch zur Durchführung und Bewertung der eigenen Leistung gereicht hat. In diesem Zusammenhang zeigt das Rubikonmodell der Handlungsphasen (vgl. Abb. 32) von Heckhausen und Gollwitzer (1987) den Ablauf dieser motivationalen und volitionalen Phasen:

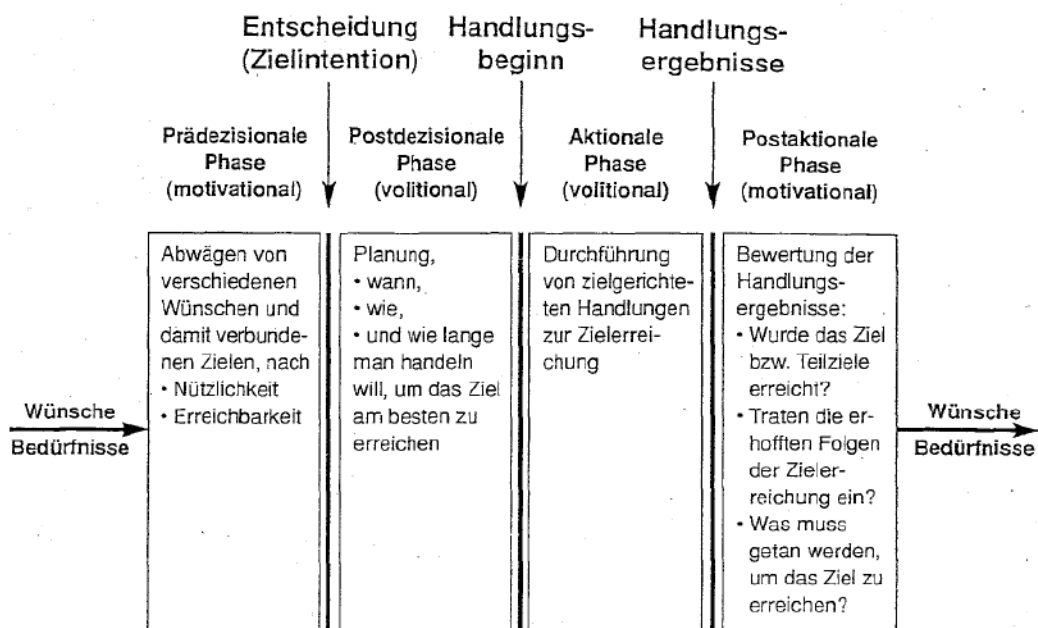


Abbildung 32: Rubikonmodell der Handlungsphasen von Heckhausen und Gollwitzer (1987)

In diesem Modell wird ein Handlungsverlauf als die Lösung von vier zeitlich aufeinanderfolgenden Aufgaben beschrieben:

- *Prädeziotionale Phase*

Abwägen von Vor- und Nachteilen noch nicht realisierter Wünsche. Dies geschieht, indem die Wünschbarkeit wahrscheinlicher Folgen eines Ziels und die Erreichbarkeit des Ziels genauer durchdacht werden.

- *Postdeziotionale Phase*

Planen, bei welcher Gelegenheit mit welchen Mitteln die Realisierung des Ziels in Angriff genommen werden soll. Es wird entschieden, wann, wo und auf welche Art und Weise gehandelt wird, dass ein Erreichen des erwünschten Ziels wahrscheinlich wird.

- *Aktionale Phase*

Ausführen der in der postdeziSIONalen Phasen geplanten Handlungen. Diese Handlungen sollen es wahrscheinlich machen, das Ziel zu erreichen.

- *Postaktionale Phase*

Bewerten der Folgen der durchgeführten Handlungen. Es wird geprüft, inwieweit das Ziel erreicht wurde und welche Handlungen gegebenenfalls noch auszuführen sind, um den Handlungsverlauf zu einem Abschluss zu bringen.

Im Rahmen dieser vier Phasen wird zwischen zwei Bewusstseinslagen unterschieden. In der prädeziSIONalen und der postaktionalen Phase wird nach der *Wünschbarkeit* und *Realisierbarkeit* des Ziels (motivationalen Bewusstseinslagen) gefragt (Gollwitzer 1995, 543). Dagegen werden die postdeziSIONale und die aktionale Phase der *volitionalen Bewusstseinslage* zugeordnet, da es in beiden Phasen um die Zielrealisierung geht.

Basierend auf diesen Phasen wurde in der empirischen Untersuchung eine Selbsteinschätzung durch die Studierenden vorgenommen. Die Items beziehen sich jeweils auf das digitale Lernobjekt oder die direktiv vermittelten Aufgaben.

Bitte entscheiden Sie, inwieweit Sie den nachfolgenden Aussagen zustimmen:				
	Stimme voll zu	Stimme eher zu	Stimme eher nicht zu	Stimme überhaupt nicht zu
Zur Beginn der Aufgabendurchführung hatte ich das primäre Ziel, eine Lösung zu finden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich habe Vorüberlegungen zur Lösung der Aufgabe durchgeführt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich habe das eigene Handeln ausdauernd auf die Lösung der Aufgabe ausgerichtet und mich nicht ablenken lassen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich habe unmittelbar mit der Bearbeitung der Aufgabe begonnen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich habe über meinen Lösungsweg und eventuelle Fehler nachgedacht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Durch die Ergebnisse der Aufgabe habe ich meine Vorüberlegungen zur Lösung der Aufgabe neu bewertet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Tabelle 30: Items zum Rubikonmodell der Handlungsphasen

7.2.3 Kognitive Aktivierung

Motivation und Konzentration bilden unter anderem die Basis der kognitiven Aktivierung von Studierenden in einer Vorlesung. Grundlegende Bedingungen für Lernprozesse mit einer hohen kognitiven Aktivierung sind die Berücksichtigung der individuellen kognitiven Voraussetzungen, an-

spruchsvolle und das Kompetenzziel fokussierende kognitive Tätigkeiten und eine intensive Nutzung der Lernzeit (Leuders & Holzäpfel 2011, 3 ff.). Leuders und Holzäpfel (2011) verstehen unter kognitiver Aktivierung die optimale Gestaltung von Lerngelegenheiten:

„Mit dem Begriff ‚kognitiver Aktivierung‘ werden Qualitätsmerkmale von optimal gestalteten Lerngelegenheiten (Aufgaben, Unterrichtsformen) beschrieben. Die (postulierte) Optimalität bezieht sich auf die Förderung von Kompetenzen in unterschiedlichen Facetten (Wissen, Strategien und Überzeugungen). Sie kann und muss empirisch aufgeklärt werden“ (Leuders & Holzäpfel 2011, 3).

Kunter et al. (2005) sprechen in diesem Zusammenhang von Lernangelegenheiten, durch die alle Lernenden zur aktiven Auseinandersetzung mit den Lerninhalten auf einem für sie optimalen Niveau angeregt werden. Demnach müssen Lernprozesse konstruiert werden, die das Denken der Lernenden auf einem hohen kognitiven Niveau anregen, die an das Vorwissen anknüpfen und dieses aktivieren und einen evolutionären Umgang mit dem Wissen ermöglichen (Hugener, Pauli & Reusser 2007). Die nachfolgende Tabelle zeigt Ansätze zur Gestaltung kognitiv aktivierender Vorlesungen:

Anforderungen	Konzeption von Vorlesungen
<ul style="list-style-type: none"> • Kognitive Voraussetzungen beachten • Vernetzung von Vorwissen • Kompetenzorientierung • individuelle Lernprozesse ermöglichen • aktivierende Aufgaben auf hohem Niveau • Interaktion zwischen Studierenden und Lehrenden 	<p>Das selbstständige Lösen von komplexen und anspruchsvollen Problemen in Kombination mit angeleitetem Wissensaufbau etwa in Klassendiskussionen, welche zum Austausch von Lösungshypothesen und Lösungswegen anregen (Adey & Shayer, 1994; Beck, 1991; Cobb, Yackel & Wood, 1992)</p> <p>Das selbstständige Lösen von komplexen und anspruchsvollen Problemen in Kombination mit metakognitiven Reflexionsfragen, welche die Selbststeuerung während des selbstständigen Problemlöseprozesses fördern (Kramarski, Mevarech & Arami, 2002)</p>

Tabelle 31: Anforderungen an die Konzeption kognitiv aktivierender Vorlesungen

Kognitive Aktivierung stellt somit ein umfassendes Konstrukt zur Qualitätsmessung von Lehr-Lernprozessen dar. Hugener (2007) beschreibt einen Ansatzpunkt zur Operationalisierung kognitiver Aktivierung, der in dieser Forschungsarbeit verwendet wird. Demnach werden Einzelaktionen in Lehr-Lernprozessen danach eingestuft, in welchem Ausmaß die Lehrperson⁵¹

1. anspruchsvolle Aufgaben und Probleme auf einem hohen kognitiven Niveau stellt, d. h. Aufgaben, welche das Denken der Schülerinnen und Schüler auf einem hohen kognitiven Niveau anregen,
2. das Vorwissen der Lernenden aktiviert,

⁵¹ Übernommen aus Hugener 2007, 113.

3. den Denkprozess der Lernenden exploriert, indem sie die Lernenden ermuntert, eigene Ideen, Konzepte, Lösungen etc. zu erklären,
4. in der Interaktion mit den Lernenden auf evolutionäre Weise mit vorhandenen Konzepten und Ideen umgeht und so kognitive Konflikte und Umstrukturierungen sowie eine Erweiterung der Wissensstrukturen auslöst und
5. beim Problemlösen nicht ihre eigene Lösungsmethode als einzigen Weg voranstellt (rezeptives Lernverständnis).

Basierend auf diesen Rating-Fragen wurden die Items zur Operationalisierung formuliert und in den begleitenden Fragenbögen in den Untersuchungssitzungen abgefragt (Evaluationsphase am Ende der jeweiligen Vorlesungssitzungen):

Bitte beziehen Sie die nachfolgenden Aussagen auf die zwei Aufgaben, die Sie auf Ihrem mobilen Endgerät in der heutigen Vorlesung durchgeführt haben.				
	Stimme voll zu	Stimme eher zu	Stimme eher nicht zu	Stimme überhaupt nicht zu
Das Thema empfinde ich als anspruchsvoll.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Durchführung empfinde ich als anspruchsvoll.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Aufgabe beinhaltet eine anspruchsvolle Problemstellung.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zur Bearbeitung der Aufgabe habe ich mein Vorwissen angewendet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zur Bearbeitung der Aufgabe habe ich eigene Konzepte, Ideen und Lösungen angewendet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich konnte mein Wissen in Bezug auf das Thema der Vorlesung erweitern.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zur Bearbeitung der Aufgabe sind mehrere Lösungswege möglich.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Tabelle 32: Items zur Ermittlung der kognitiven Aktivierung in der Experimentalgruppe

Mögliche Interpretationsansätze zu diesem Testinstrument können aus den Ergebnissen der international vergleichenden Unterrichtsanalysen abgeleitet werden, weil umfassende Untersuchungen zur kognitiven Aktivierung in hochschulischen Vorlesung nicht vorliegen. Aus inhaltsorientierter Perspektive haben in diesen Untersuchungen Unterrichtsverläufe eine hohe kognitive Aktivierung gezeigt, die problemorientierte Aufgaben und einen offenen Austausch von Lösungswegen integrieren. Eine niedrige kognitive Aktivierung konnte in Unterrichtsverläufen nachgewiesen werden, die hauptsächlich fragend-entwickelnde Unterrichtsmuster beinhalteten. Basierend auf diesen Ergebnissen wird durch die begleitenden Fragebögen zusätzlich ermittelt, inwiefern die Studierenden den Einsatz digitaler Lernobjekte mit anspruchsvollen Aufgaben und Problemen in Verbindung bringen. Ergänzend bewerteten die Studierenden die Interaktivität, die eine Grundbedingung für kognitive Aktivierung darstellt.⁵²

⁵² Item 4 entnommen aus der Rating-Skala nach Hugener: [...] *in der Interaktion mit den Lernenden auf evolutionäre Weise mit vorhandenen Konzepten und Ideen umgeht und so kognitive Konflikte und Umstrukturierungen sowie eine Erweiterung der Wissensstrukturen auslöst*, Hugener (2007)

Ausgehend von dieser Datengrundlage muss bei der Analyse ein möglicher Zusammenhang zwischen dem Wissenserwerb und der kognitiven Aktivierung berücksichtigt werden. Klieme et al. (2001) konnten durch eine Video-Analyse von Unterrichtsstunden in deutschen Klassen nachweisen, dass der Wissenserwerb durch das Ausmaß der kognitiven Aktivierung bestimmt wird. Dieselben Videodaten wurden von Kunter (2005) nochmals analysiert, die den Effekt der kognitiven Aktivierung auf die Leistungsentwicklung nicht bestätigen konnte. Lipowsky (2009) führte erneut eine Analyse der Videodaten durch und konnte aufgrund einer Mehrebenenanalyse einen signifikanten Zusammenhang zwischen der kognitiveren Aktivierung und dem Lernerfolg nachweisen. Basierend auf diesen Ergebnissen der international vergleichenden Unterrichtsanalysen ist zu prüfen, inwiefern ein Zusammenhang zwischen der kognitiven Aktivierung und dem Wissenserwerb in Vorlesungen existiert.

Zusammenfassend stellt die kognitive Aktivierung ein primäres Konstrukt zur Untersuchung digitaler Lernobjekte in Vorlesungen dar. Eine grundlegende Analyse muss der Frage nachgehen, ob signifikante Unterschiede in den Untersuchungsgruppen auf die Integration digitaler Lernobjekte zurückzuführen sind.

7.2.4 Akzeptanz

Neben den Konstrukten Motivation, Konzentration und kognitive Aktivierung muss im Rahmen dieser Untersuchung auch die Akzeptanz digitaler Lernobjekte mit erhoben werden. Denn nur, wenn diese als unterstützende Maßnahme in Vorlesungen von den Studierenden angenommen werden, können relevante Effekte im Zusammenhang mit den weiteren Konstrukten (Motivation, Konzentration und kognitive Aktivierung) erfasst werden.

Zur Beurteilung der Akzeptanz des Einsatzes digitaler Lernobjekte in Vorlesungen wurde in die letzte Untersuchungssitzung der Ansatz des Modells *Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT)* integriert. Grundsätzlich wird in diesem Messmodell der Frage nachgegangen, welche Faktoren die Akzeptanz von Informationstechnologien beeinflussen und welche Zusammenhänge mit dem individuellen Nutzungsverhalten existieren (Venkatesh et al. 2003). Das UTAUT-Modell ist ein weitverbreitetes Modell zur Messung der Akzeptanz von Informationssystemen, das sich durch ein kompaktes Messinstrument bei gleichzeitiger hoher Reliabilität seiner Eingangsvariablen auszeichnet.

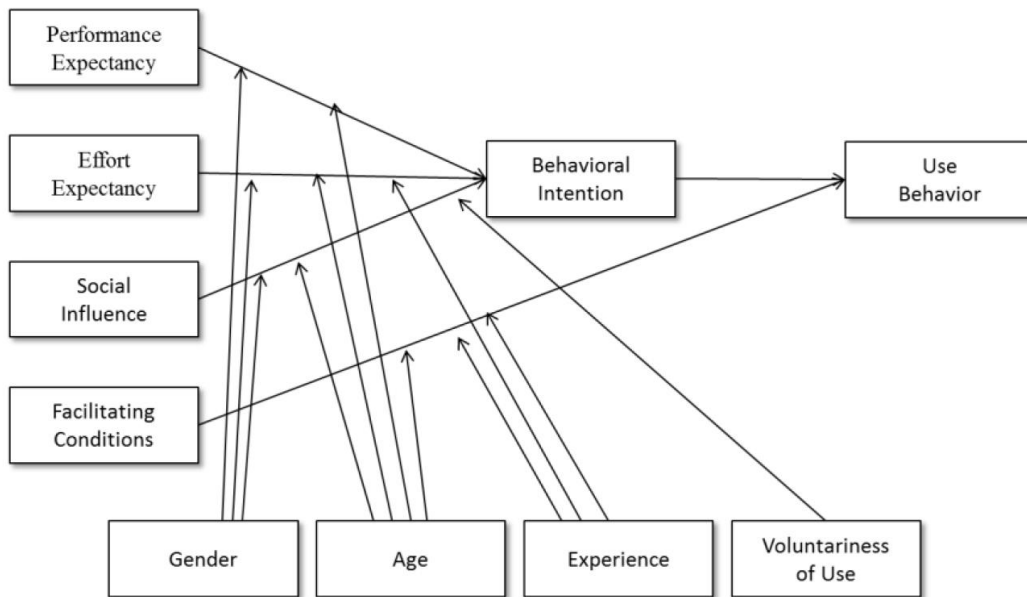


Abbildung 33: UTAUT-Modell nach Venkatesh et al. (2003)

Im UTAUT-Modell (vgl. Abb. 33) werden vier Konstrukte (*Performance Expectancy*, *Effort Expectancy*, *Social Influence*, *Facilitating Conditions*) als Faktoren für die Verhaltensabsicht und das Nutzungsverhalten definiert. Das Geschlecht, das Alter, die Erfahrung und die Freiwilligkeit der Nutzung wiederum moderieren den Einfluss der vier Faktoren und werden zur Analyse von Teilgruppen eingesetzt. Venkatesh et al. (2003) konnten nachweisen, dass durch die UTAUT-Items die Möglichkeit existiert, über 70 Prozent der Varianz in der Nutzungsintention zu erklären. Ausgehend von dem Fragebogen von Venkatesh et al. (2003) wurden die Items an die Nutzung digitaler Lernobjekte in Vorlesungen wie folgt angepasst:

Originalfrage	Adaption der Frage
Performance expectancy (erwarteter Nutzen)	
I would find the system useful in my job.	Ich finde die Aufgaben für meine Vorlesung nützlich.
Using the system enables me to accomplish tasks more quickly.	Durch die Aufgaben kann ich die Problemstellungen der Veranstaltung schneller bearbeiten.
Using the system increases my productivity.	Die Aufgaben verbessern die Produktivität beim Lernen.
If I use the system, I will increase my chances of getting a raise.	Die Nutzung der Aufgaben erhöht meine Leistung in der Vorlesung.
Effort expectancy (erwarteter Aufwand)	
My interaction with the system would be clear and understandable.	Die Anwendung der Aufgaben ist klar und verständlich.
It would be easy for me to become skillful at using the System.	Es ist leicht für mich, in der Verwendung der Aufgaben einen geschickten Umgang zu entwickeln.
I would find the system easy to use.	Ich finde es einfach, die Aufgaben zu entwickeln.
Learning to operate the system is easy for me.	Es ist einfach für mich, den Umgang mit den Aufgaben zu entwickeln.
Attitude toward using technology (Einstellung gegenüber dem Einsatz von Technologien)	
Using the system is a bad/good idea.	Die Nutzung der Aufgaben ist eine gute Idee.
The system makes work more interesting.	Die Aufgaben machen die Themen der Veranstaltung interessanter.
Working with the system is fun.	Die Aufgaben machen mir Spaß.
I like working with the system.	Ich mag es, die Aufgaben in der Vorlesung einzusetzen.
Social influence (sozialer Einfluss)	
People who influence my behavior think that I should use the system.	Menschen, die mich beeinflussen, denken, dass ich die Aufgaben nutzen sollte.
People who are important to me think that I should use the system.	Menschen, die mir wichtig sind, denken, dass ich die Aufgaben nutzen sollte.
The senior management of this business has been	Bei der Nutzung der Aufgaben war mir der Dozent behilflich.

	helpful in the use of the system.	
	In general, the organization has supported the use of the system.	Die Universität hat mich allgemein bei der Nutzung der Aufgaben unterstützt.
Facilitating conditions (unterstützende Funktion)		
	I have the knowledge necessary to use the system.	Ich habe das notwendige Wissen, um an den Aufgaben teilzunehmen.
	A specific person (or group) is available for assistance with system difficulties.	Wenn ich Probleme mit den Aufgaben habe, kann ich eine bestimmte Person oder Gruppe fragen.
Self-efficacy (Selbstwirksamkeit)		
	I could complete a job or task using the system...	Ich kann die Aufgaben ohne Hilfestellung erledigen.
	If I could call someone for help if I got stuck.	Bei Problemen mit den Aufgaben kann ich jemanden um Hilfe bitten.
Anxiety (Ängstlichkeit)		
	I feel apprehensive about using the system.	Ich fühle mich nicht gut bei der Nutzung der Aufgaben.
	It scares me to think that I could lose a lot of information using the system by hitting the wrong key.	Die Aufgaben schüchtern mich ein.
Behavioral intention to use the system (beabsichtigte Nutzung des Systems)		
	I intend to use the system in the next <n> months.	Ich würde die Aufgaben gerne im nächsten Semester wieder einsetzen.
	I predict I would use the system in the next <n> months.	Ich gehe fest davon aus, dass ich die Aufgaben im nächsten Semester wieder durchführen möchte.
	I plan to use the system in the next <n> months.	Ich plane, die Aufgaben im nächsten Semester wieder einzusetzen.

Tabelle 33: Adaption der UTAUT-Items zur Messung der Akzeptanz digitaler Lernobjekten nach Venkatesh et al. (2003)

Zur Einstufung der Items durch die Studierenden wurde eine vierstufige Likert-Skala eingesetzt, die in den begleitenden Fragebögen durchgehend verwendet wurde. Ausgehend von einer Reliabilitätsanalyse erfolgt eine Zusammenfassung der Items zu den dargestellten Teilkonstrukten, die durch t-Tests im Zusammenhang mit dem Wissenserwerb und den weiteren Konstrukten vergleichend für die Experimental- und die Kontrollgruppe betrachtet werden. Für diese vertiefenden Analysen muss die Zusammensetzung der Experimental- und der Kontrollgruppe affine Merkmale (Geschlecht, Alter, Anwesenheit, Lernpräferenz, Einschätzung der eigenen Fähigkeiten) aufweisen (vgl. Kap. 7.1.4, Störvariablen). Dies wird zunächst dargestellt, um anschließend die Analyse der Konstrukte in Bezug auf die Lernobjekte vorzunehmen.

7.3 Analyse der Untersuchungsgruppen

Die Teilnehmenden aller Untersuchungsgruppen bestehen mehrheitlich aus Lehramtsstudierenden (Fachrichtung Sozialwissenschaften), die in ihrem Studium wirtschaftswissenschaftliche, soziologische und politikwissenschaftliche Lehrveranstaltungen belegen. Innerhalb der Studiengänge existiert eine spezifische Ausrichtung auf Schulformen (Gymnasien und Gesamtschulen, Grundschulen, Berufsschule, Haupt- und Realschulen), sodass von unterschiedlichen fachlichen Qualifikationen und Studieninteressen ausgegangen werden kann (Schuhlen, Schürkmann & Kibedi von Varga 2013).

Ausgehend von der Studienstruktur wurde die Untersuchung in einer Grundlagenvorlesung und einer Vertiefungsvorlesung durchgeführt. An der Grundlagenvorlesung im ersten Semester (Einfüh-

nung in die BWL) nehmen alle Lehramtsstudierende eines Jahrgangs aus der Fachrichtung Sozialwissenschaften teil. Das Ziel ist die Vermittlung von Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre und die Fähigkeit zur Reflexion der Kenntnisse in Bezug auf Unternehmen und Gesellschaft.

Bei der im fünften Semester stattfindenden Vertiefungsveranstaltung (Ökonomie im Unternehmen I) kann aufgrund des fortgeschrittenen Studiums davon ausgegangen werden, dass grundlegende ökonomische Prinzipien und Methoden als Vorwissen vorhanden sind. In der Vorlesung sollen sich die Studierenden mit betriebswirtschaftlichen Themen im Bereich der Investition und Finanzierung auseinandersetzen und diese reflektiert einsetzen. Weitergehend erwerben die Studierenden Kompetenzen zur Vermittlung finanzieller Allgemeinbildung.

7.3.1 Anwesenheit

In beiden Vorlesungen wurden die Anwesenheitszahlen der Studierenden über den Pretest-Fragebogen und die Fragebögen am Ende der jeweiligen Untersuchungssitzungen (US_1 bis US_3) erhoben. Die nachfolgende Tabelle zeigt die absoluten Anwesenheitszahlen der jeweiligen Untersuchungsgruppen.

Vorlesung	Pretest		US_1		US_2		US_3		Gesamt
	n	h_n	n	h_n	n	h_n	n	h_n	
BWL_EG	216	100	141	65	102	47	102	47	0,464
BWL_KG	153	100	108	71	91	59	70	46	0,391
ÖKO_EG	97	100	70	72	44	45	41	42	0,448
ÖKO_KG	111	100	67	60	57	51	42	38	0,493

EG = Experimentalgruppe, KG = Kontrollgruppe

Tabelle 34: Anzahl der Teilnehmer an der empirischen Untersuchung

Zum Vergleich der Anwesenheitszahlen wird in dieser Tabelle davon ausgegangen, dass in der Sitzung zum Pretest alle Studierenden anwesend sind und somit 100 Prozent der Anwesenheit repräsentieren. Die Anwesenheit in den nachfolgenden Untersuchungssitzungen wird somit durch den absoluten Wert (n) und den prozentualen Anteil (h_n) an der Pretest-Sitzung ausgedrückt.

Demzufolge nehmen im Vorlesungsverlauf die Anwesenheitszahlen ab, was dem allgemeinen Trend an Hochschulen entspricht (vgl. Schulmeister 2016). Im zeitlichen Verlauf (vgl. Abb. 34) zeigt sich so eine vergleichbare Entwicklung der Experimental- und Kontrollgruppe.

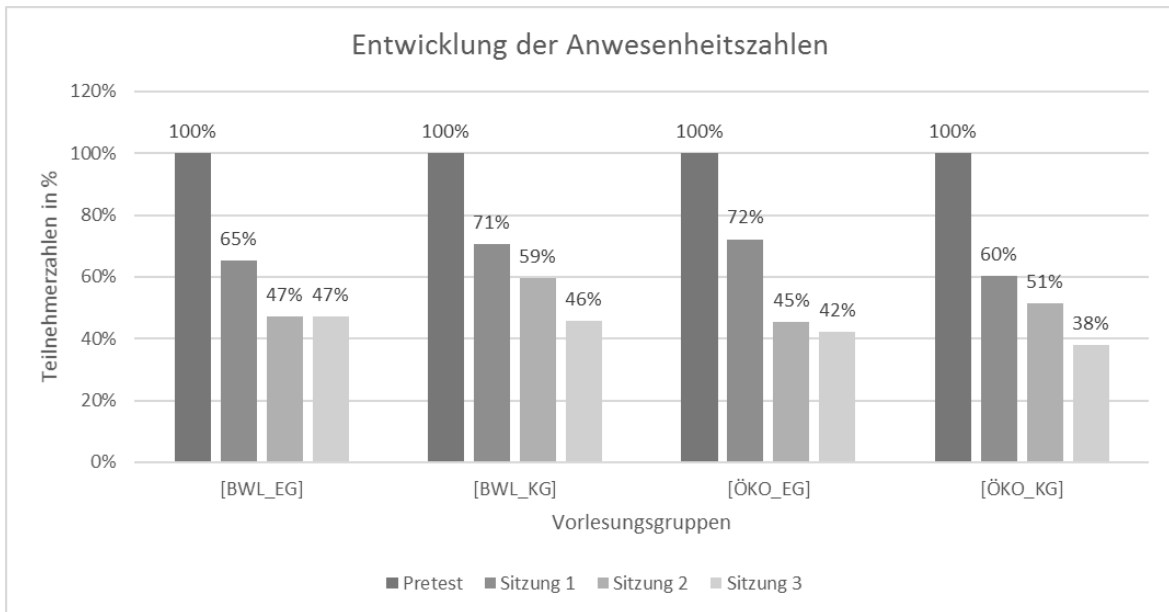


Abbildung 34: Teilnehmer an der empirischen Untersuchung (relativ)

Im gesamten Vorlesungsverlauf zeichnen sich beide Untersuchungsgruppen durch vergleichbare prozentuale Anwesenheitszahlen aus. Wie in Kapitel 7.1.1 beschrieben, wurde die Anwesenheit der Studierenden nicht durch externe Regulierungen, z. B. Kopplung der Anwesenheit an das Prüfungsverfahren, beeinflusst. Eine Analyse der Effekte digitaler Lernobjekte muss sich demnach auf die spezifischen Teilgruppen beziehen und sich nicht grundlegend an den absoluten Anwesenheitszahlen der jeweiligen Messpunkte orientieren.

7.3.2 Merkmale und Einstellungen der Probanden

Geschlecht und Alter

Durch den Pretest-Fragebogen wurden Daten zu den Lernermerkmalen und den Einstellungen der Studierenden ermittelt. Als grundlegenden Nachweis zur Vergleichbarkeit der Untersuchungsgruppen wurden Angaben zum Alter und Geschlecht erhoben.

Gruppe	männliche Studierende	weiblich Studierende	Durchschnittsalter
BWL_EG	89 (42,2 %)	127 (58,8 %)	21,50
BWL_KG	62 (40,5 %)	91 (59,5 %)	20,75
ÖKO_EG	43 (44,3 %)	54 (55,7 %)	22,11
ÖKO_KG	40 (36,0 %)	70 (63,1 %)	21,74

Tabelle 35: Durchschnittsalter und Geschlecht der Teilnehmenden

In der Vorlesung „Einführung in die BWL“ zeigt sich in der Experimental- und Kontrollgruppe eine vergleichbare geschlechtsspezifische Verteilung. In der Vorlesung „Ökonomie im Unternehmen I“ liegt der Anteil der Teilnehmerinnen mit 63,1 Prozent in der Kontrollgruppe etwas höher als in der

Experimentalgruppe mit 55,7 Prozent. Das Durchschnittsalter der Teilnehmer liegt für beide Vorlesungen im vergleichbaren Bereich.

Lernpräferenzen

Weitergehend wurden die Studierenden durch den Pretest-Fragebogen zu ihren präferierten Darstellungsformen (Lernpräferenzen, vgl. Abb. 35 und Abb. 36) im Umgang mit Vorlesungsinhalten und ihren grundlegenden Fähigkeiten befragt (vgl. Kap. 2.2). Durch diese Befragung wird deutlich, dass die Zusammensetzung der Probanden in der Kontroll- sowie der Experimentalgruppe miteinander verglichen werden können. Über die Items⁵³ „mathematische Formeln“, „fachliche Texte und Anwendungsbeispiele“ und „Grafiken und Bilder“ zeigt sich insgesamt eine deutliche Übereinstimmung der Gruppen in der Vorlesung „Einführung in die BWL und Ökonomie im Unternehmen I“.

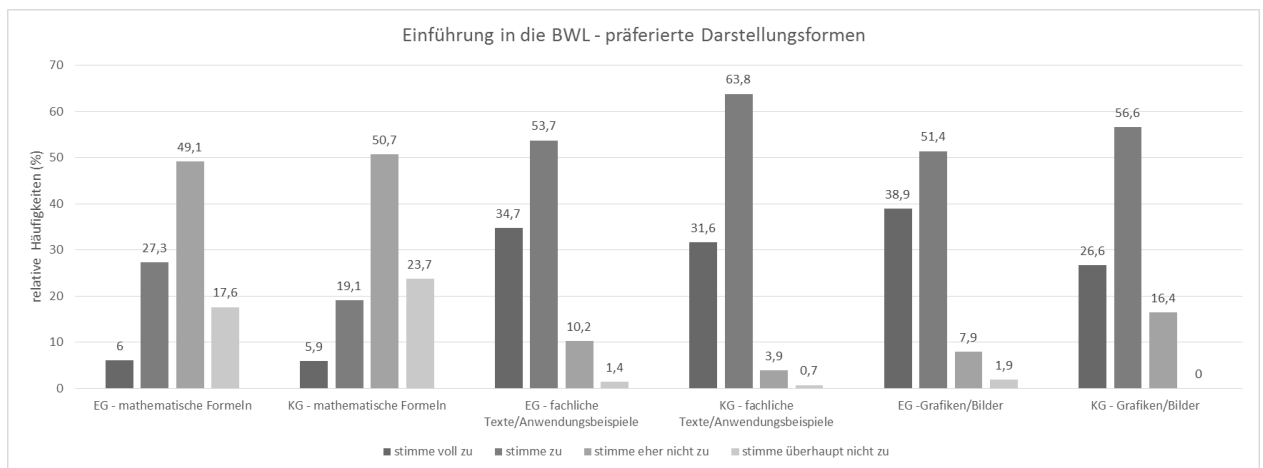


Abbildung 35: Präferierte Darstellungsformen der Vorlesung „Einführung in die BWL“

In der Vorlesung Einführung in die BWL werden besonders die Darstellungsformen „fachliche Texte und Anwendungsbeispiele“ und „Grafiken und Bilder“ von Experimental- und Kontrollgruppe bevorzugt. Das Item „mathematische Formeln“ wird dagegen von einer Mehrheit der Studierenden nicht präferiert.

⁵³ Die Items umschreiben Repräsentationsformen von Wissen.

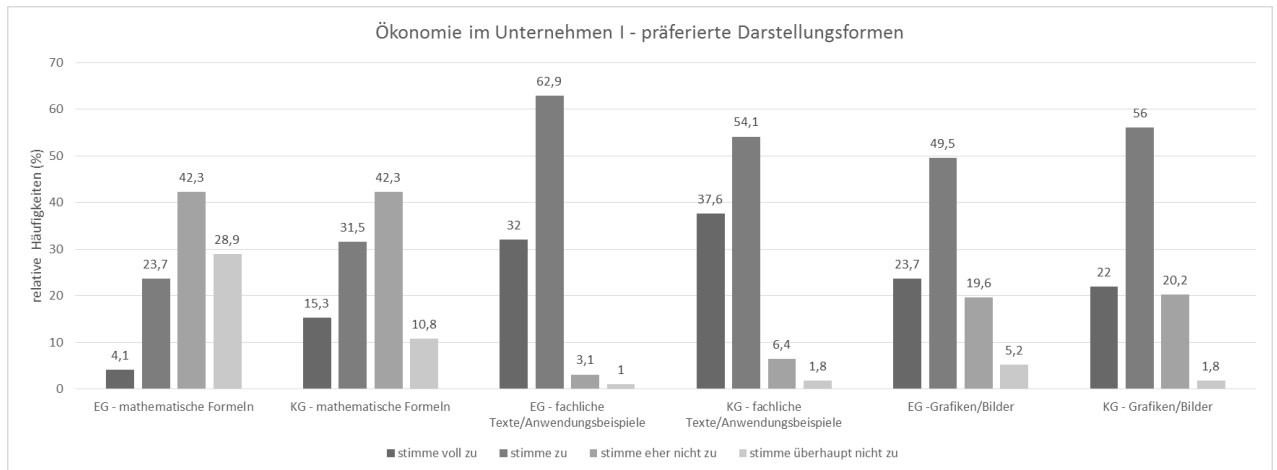


Abbildung 36: Präferierte Darstellungsformen der Vorlesung „Einführung in die BWL“

Ein vergleichbares Resultat zeigt sich für die Vorlesung „Ökonomie im Unternehmen“ bei beiden Untersuchungsgruppen. Zusammenfassend wird aufgrund dieser Auswertung deutlich, dass in den untersuchten Gruppen mathematischen Darstellungsformen von der Mehrheit der Studierenden nicht präferiert werden und ein Fokus auf der textuellen und visualisierten Repräsentation von Wissensinhalten liegt.

Einschätzung der eigenen Fähigkeiten und Einschätzung des Niveaus der jeweiligen Vorlesung

Ein ähnliches Ergebnis ergibt sich bei der studentischen Selbsteinschätzung der Fähigkeiten in den Bereichen mathematische Fähigkeiten, sprachliche Fähigkeiten und räumliches Denkvermögen. Die meisten Teilnehmer stufen ihre sprachlichen Fähigkeiten und ihr räumliches Denkvermögen als hoch oder sehr hoch ein. Abb. 37 und Abb. 38 zeigen einen Vergleich der untersuchten Vorlesungen:

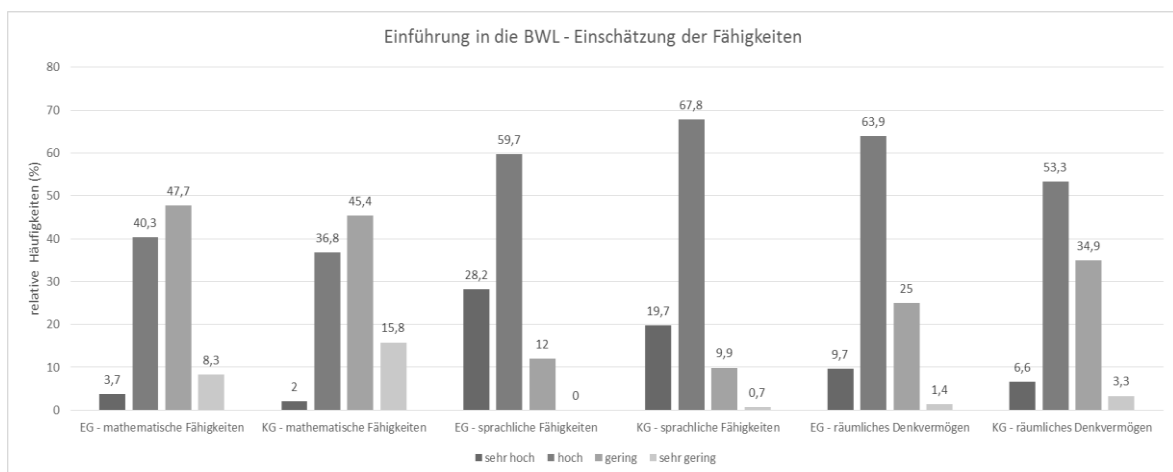


Abbildung 37: Einschätzung der Fähigkeiten in „Einführung in die BWL“

In der Vorlesung „Einführung in die BWL“ werden die mathematischen Fähigkeiten von weniger als der Hälfte der Stichprobe als „hoch“ oder „sehr hoch“ eingestuft.

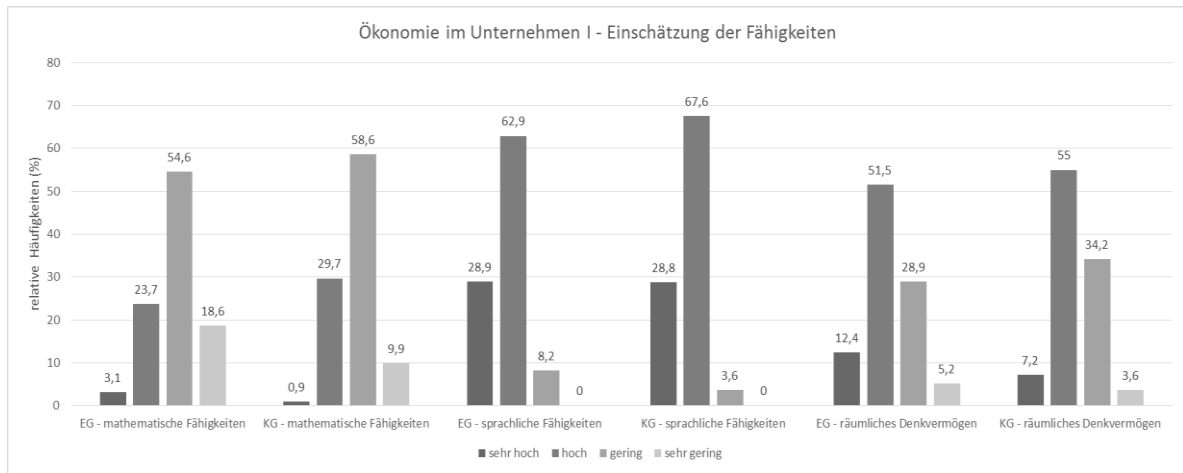


Abbildung 38: Einschätzung der Fähigkeiten in „Ökonomie im Unternehmen I“

In der Vorlesung „Ökonomie im Unternehmen I“ stuft die Mehrheit der Befragten ihre sprachlichen Fähigkeiten als „sehr hoch“ oder „hoch“ ein. Die mathematischen Fähigkeiten werden dagegen von der Mehrheit als „gering“ oder „sehr gering“ eingestuft.

Die Ergebnisse zu den Fähigkeiten und präferierten Darstellungsformen beschreiben in den Experimental- und Kontrollgruppen eine vergleichbare Zusammensetzung. Im Mittelpunkt dieser Einstufungen werden visuelle und verbale Repräsentationsformen der Wissensvermittlung präferiert. Während für die Vorlesung „Einführung in die BWL“ sprachliche Fähigkeiten zur Erarbeitung der Vorlesungsinhalte ausreichen, werden für die Vorlesung „Ökonomie im Unternehmen I“ zusätzlich grundlegende mathematische Fähigkeiten benötigt. Dieses Ergebnis zeigt sich auch in der Selbsteinschätzung der Studierenden zum Niveau⁵⁴ der Vorlesung (vgl. Abb. 39). Während die meisten Studierenden der Vorlesung „Einführung in die BWL“ ein mittleres Niveau zuschreiben, tendieren die Angaben in der Vorlesung „Ökonomie im Unternehmen I“ zu einem mittleren bis höheren Niveau.

⁵⁴ Die Skala reicht von einem sehr niedrigen Niveau (Niveau 1) bis zu einem sehr hohen Niveau (Niveau 6).

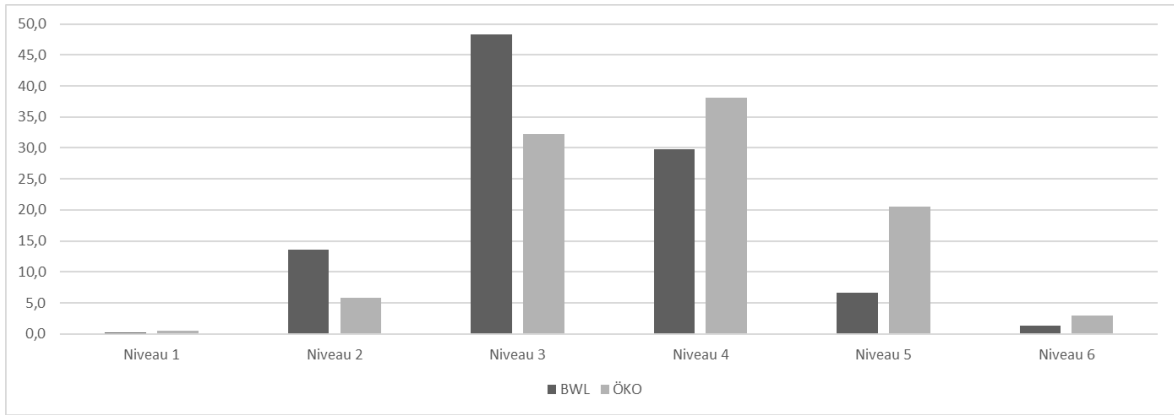


Abbildung 39: Niveau der Vorlesung (Selbsteinschätzung der Studierenden)

Bei der Selbsteinstufung zum Vorwissen (vgl. Abb. 40) gibt eine Mehrheit der Studierenden an, dass nur ein geringes Vorwissen bis sehr geringes Vorwissen vorliegt. Ausgehend von einer vergleichbaren Struktur der Untersuchungsgruppen wird deutlich, dass in den Untersuchungsgruppen in "Ökonomie im Unternehmen I" vermutlich auf Vorwissen aus vorhergehenden Lehrveranstaltungen zurückgegriffen werden kann.

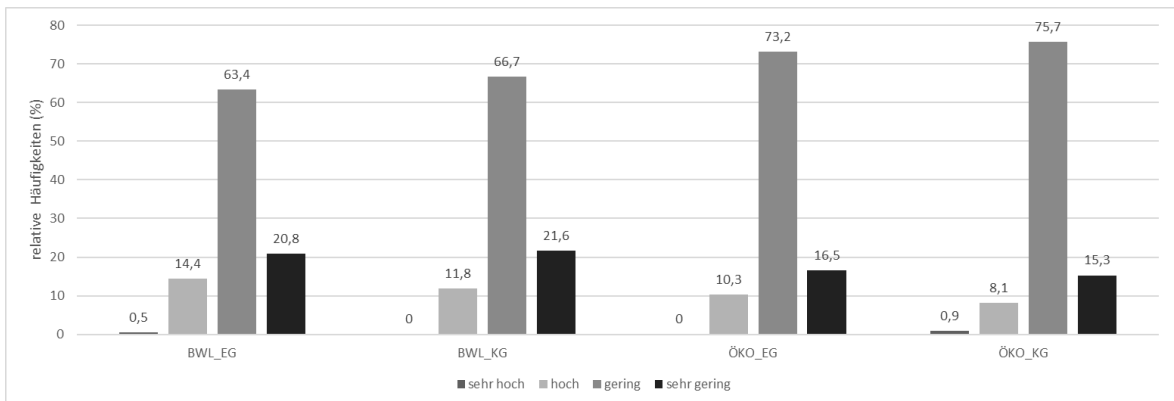


Abbildung 40: Einstufung des eigenen Vorwissens

In Bezug auf die primäre Forschungsfrage dieser Arbeit wurden die Studierenden weiterhin befragt, inwiefern der Wunsch nach einer Aktivierung in der Vorlesung existiert. In der Problembeschreibung zur konventionellen Vorlesung wurde kritisiert, dass eine aktive Auseinandersetzung mit den Vorlesungsinhalten nicht ermöglicht wird. Gleichzeitig zeigen Ergebnisse der empirischen Untersuchungen (vgl. Kapitel 5.4), dass die Studierenden in der Vorlesung Passivität und Anonymität erwarten.

Aufgrund dieser Ausgangssituation wurden die Studierenden zu ihrem Wunsch nach Aktivierung befragt. Aktivierung bedeutet die Auseinandersetzung mit fachlichen Inhalten, die beispielsweise in begleitenden Übungsgruppen angeboten wird. Zur Erfassung des Wunsches nach Aktivierung

wurden die nachfolgenden Items zu einem Konstrukt „Wunsch nach Aktivierung“ zusammengefasst:

		Stimme voll zu	Stimme eher zu	Stimme eher nicht zu	Stimme überhaupt nicht zu
b_5_7	Ich würde gerne eine Übungsgruppe zur Vorlesung besuchen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b_5_8	Ich wünsche mir mehr Aufgaben in der Vorlesung.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b_5_9	Ich würde gerne Inhalte und Theorien unmittelbar in der Vorlesung ausprobieren.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b_5_10	Ich würde gerne in der Vorlesung wissen, ob ich die Themen richtig verstanden habe.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Tabelle 36: Items zur Erfassung des Konstrukts "Wunsch nach Aktivierung"

Basierend auf diesen Items wurde für beide Vorlesungen eine Auswertung durch relative Häufigkeiten vorgenommen (vgl. Abb. 41).

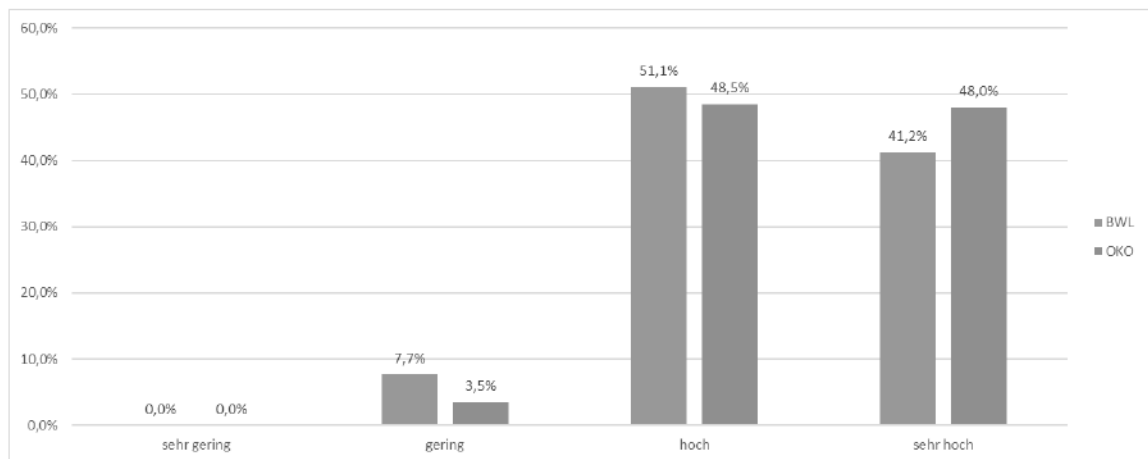


Abbildung 41: Wunsch nach Aktivierung in der Vorlesung

In Bezug auf diese Auswertung kann für beide Vorlesungsgruppen von einem "hohen" bis "sehr hohen" Wunsch nach Aktivierung ausgegangen werden.

Zusammengefasst ergeben die Analysen der Entwicklung der Anwesenheitszahlen und der Merkmale und Einstellungen der Lernenden, dass die jeweiligen Experimental- und Kontrollgruppen als vergleichbar angesehen werden können. Durch diesen Nachweis der Verteilung der Personenmerkmale werden in den nachfolgenden Kapiteln systematische Vergleiche zwischen den Untersuchungsgruppen in den beiden Vorlesungen ermöglicht.

7.4 Vorgehen und Forschungsfragen

Das in Kapitel 7.1.3 dargestellte Untersuchungsdesign kann nun aufgrund der vergleichbaren Gruppenzusammensetzung der jeweiligen Kontroll- und Experimentalgruppen beider Vorlesungen umgesetzt werden. Dazu werden zunächst das weitere Vorgehen bei der Analyse sowie die übergeordneten Forschungsfragen bestimmt.

Den Ausgangspunkt der Beurteilung der Wirkung und der Wirksamkeit digitaler Lernobjekte stellen Analysen zum Wissenserwerb dar. Vertiefend werden weitere Untersuchungskonstrukte zum Prozess der Wissensvermittlung betrachtet. In diesem Zusammenhang muss der eingesetzte Wissenstest im Rahmen von testtheoretischen Gütekriterien betrachtet werden. Weitergehend erfolgen Analysen in Bezug auf die Experimental- und Kontrollgruppen, sodass ausgewertet werden kann, welchen Einfluss die digitalen Lernobjekte auf den Wissenserwerb haben.

Darauf aufbauend folgt eine vertiefende Analyse durch Konstrukte (vgl. Tabelle 42) aus den begleitenden Fragebögen. Erst aus diesen Schritt können Erklärungsansätze abgeleitet werden, inwiefern der Wissenserwerb durch den Einsatz von digitalen Lernobjekten beeinflusst wurde. Hierzu zählt beispielsweise der Einfluss auf die kognitive Aktivierung, die Motivation oder Konzentration der Studierenden. Im letzten Schritt erfolgt eine spezifische Betrachtung der digitalen Lernobjekte durch eine Auswertung von Beurteilungsfragen zu den einzelnen Aufgaben. Ergänzend wird die Akzeptanz von digitalen Lernobjekten spezifisch untersucht.

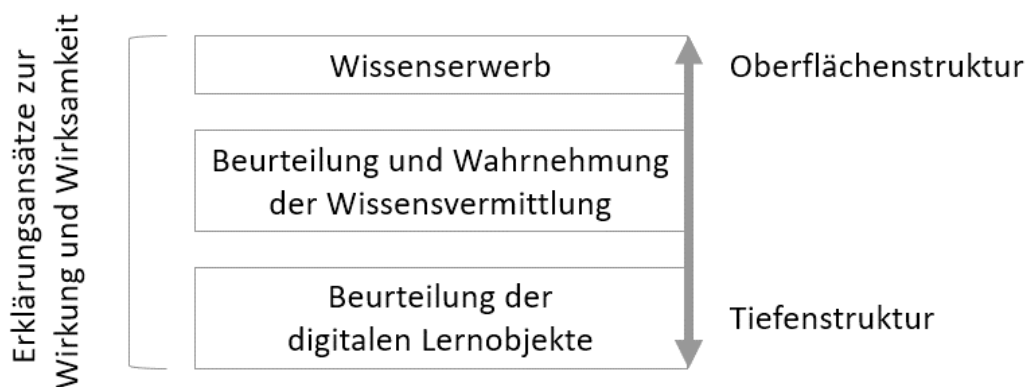


Abbildung 42: Triangulärer Auswertungsansatz zur Beurteilung der Wirkung und Wirksamkeit

Basierend auf diesen Schritten wird das Verfahren zur Analyse der digitalen Lernobjekte als triangulärer Auswertungsansatz beschrieben, aus dem Aussagen zur Wirkung und Wirksamkeit digitaler Lernobjekte abgeleitet werden. Der empirische Auswertungsprozess orientiert sich somit an den nachfolgenden Forschungsfragen:

1. Ist das jeweilige Testinstrument ein reliables Messinstrument in Bezug auf das operationalisierte Konstrukt?
2. Welche signifikanten Unterschiede existieren zwischen der Experimental- und Kontrollgruppe?

3. Inwiefern erklären die erfassten Konstrukte den Wissenserwerb in den spezifischen Gruppen?
4. Mit welchen Merkmalen der digitalen Lernobjekte können Effekte auf die Wissensvermittlung erklärt werden?

7.5 Analyse der Wissensvermittlung

7.5.1 Wissenserwerb

Zur Ermittlung des Wissenserwerbs wurde der bereits vorgestellte Zweigruppen-Pretest-Posttest-Plan (vgl. Kap. 7.1.3) implementiert. Zur Messung wurde ein Testinstrument entwickelt und gemäß den Kriterien der klassischen Testtheorie (Krauth 1995) anhand der nachfolgenden Hypothesen evaluiert:

H1: Der entwickelte Pretest (Wissenstest) ist ein reliables Testinstrument für den Wissensstand.

H2: Die Ergebnisse des Pretests der Experimental- und Kontrollgruppe sind weitgehend normalverteilt.

Zur Messung wurde mit dem Pretest ein allgemeiner Wissenstest zu den Themen der Vorlesung eingesetzt. Für den Posttest wurden u. a. Fragen aus dem Pretest entnommen, die einen fachwissenschaftlichen Bezug zu den eingesetzten digitalen Lernobjekten aufweisen.

Zur Untersuchung der Reliabilität des Pretests in der Vorlesung "Einführung in die BWL" wurden die Wissensfragen mit den Items⁵⁵ zuerst dichotomisiert, wobei richtige Antworten mit 1 und alle anderen Antworten mit 0 codiert wurden. Der gleiche Vorgang wurde für die Items für die Vorlesung "Ökonomie im Unternehmen I" ausgeführt. Auf dieser Datenbasis wurde eine Reliabilitätsanalyse durchgeführt und Cronbachs Alpha berechnet. Durch die nachfolgende Auswertung (vgl. Tabelle 37) wird aufgrund von Cronbachs $\alpha > .700$ angenommen, dass die Testitems intern konsistent sind (Cortina 1993).

⁵⁵ In der Vorlesung "Einführung in die BWL" wurden 59 Wissen-Items im Pretest eingesetzt und in der Vorlesung "Ökonomie im Unternehmen I" 95 Items.

Gruppe	Cronbachs α	Cronbachs α für standardisierte Items	Items	n
Pretest BWL_EG 1314	,867	,873	59	216
Pretest BWL_KG 1415	,791	,793	59	153
Pretest BWL_EG + BWL_KG	,849	,853	59	369
Pretest ÖKO_EG 1314	,902	,903	95	97
Pretest ÖKO_KG 1415	,891	,895	95	134
Pretest ÖKO_EG + ÖKO_KG	,904	,907	95	231

Tabelle 37: Reliabilitäten der Pretests im Bereich Vorwissen

Auch die korrigierte Item-Skala-Korrelation für beide Untersuchungsgruppen ergeben keine Werte, die zu einem Ausschluss einzelner Antwortmöglichkeiten führen würden, da die Werte meist weit über .200 liegen und die interne Konsistenz der jeweiligen Items damit gegeben ist. Die mittlere Itemkorrelation bzw. die Inter-Item-Korrelation (siehe Anhang) gibt Aufschluss über die Homogenität der Items. Im Idealfall liegen die Werte zwischen .200 und .400. Aufgrund dieser Reliabilitätsanalyse und der Statistik zur korrigierten Item-Skala-Korrelation wird von einer internen Konsistenz der Testitems ausgegangen und die Hypothese H1 angenommen.

Zur Prüfung der Normalverteilung des Pretests wurde in SPSS eine explorative Datenanalyse durchgeführt, die neben nichtparametrischen Testverfahren zusätzlich Normalverteilungsdiagramme (Q-Q-Diagramme) erzeugt.

Im Bereich der nichtparametrischen Testverfahren wurden der Kolmogorov-Smirnov-Test und der Shapiro-Wilk-Test durchgeführt. Liegt ein Signifikanzniveau von p kleiner als 0.05 vor, dann weicht die gegebene Verteilung signifikant von der Normalverteilung ab und die Nullhypothese muss angenommen werden. Die nachfolgende Tabelle zeigt die Ergebnisse der Analysen der Normalverteilung:

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Statistik	df	Signifikanz	Statistik	df	Signifikanz
Pretest						
Einführung in die BWL	0,045	369	0,076	0,988	369	0,060
Ökonomie im Unternehmen I	0,049	208	0,200	0,992	208	0,326
Posttest						
Einführung in die BWL	0,031	331	0,200	0,995	331	0,392
Ökonomie im Unternehmen I	0,061	215	0,053	0,987	215	0,052

Tabelle 38: Ergebnisse nichtparametrischer Testverfahren zur Normalverteilung im Pretest und Posttest

Die Ergebnisse des Kolmogorov-Smirnov-Tests und des Shapiro-Wilk-Tests stellen dar, dass p größer als 0.05 ist und deswegen eine Normalverteilung der Ergebnisse gegeben ist.

Ergänzend zeigen die nachfolgenden Diagramme die Normalverteilung in den jeweiligen Untersuchungsgruppen. Durch Normalverteilungsdiagramme werden die beobachteten Werte gegen die bei einer Normalverteilung zu erwartenden Werte in einem Achsenkreuz abgetragen (Janssen & Laatz 2017, 248). Dabei ist die Skala für die erwarteten Werte auf der Ordinate und für die beobachteten Werte auf der Abszisse abgetragen. Eine Normalverteilung liegt dann vor, wenn die Punkte dieser Verteilung auf einer Geraden liegen, die diagonal vom Nullpunkt ausgehend nach oben verläuft. Die nachfolgende Abbildung visualisiert die Normalverteilungsdiagramme zum Vorwissenstest der jeweiligen Untersuchungsgruppen:

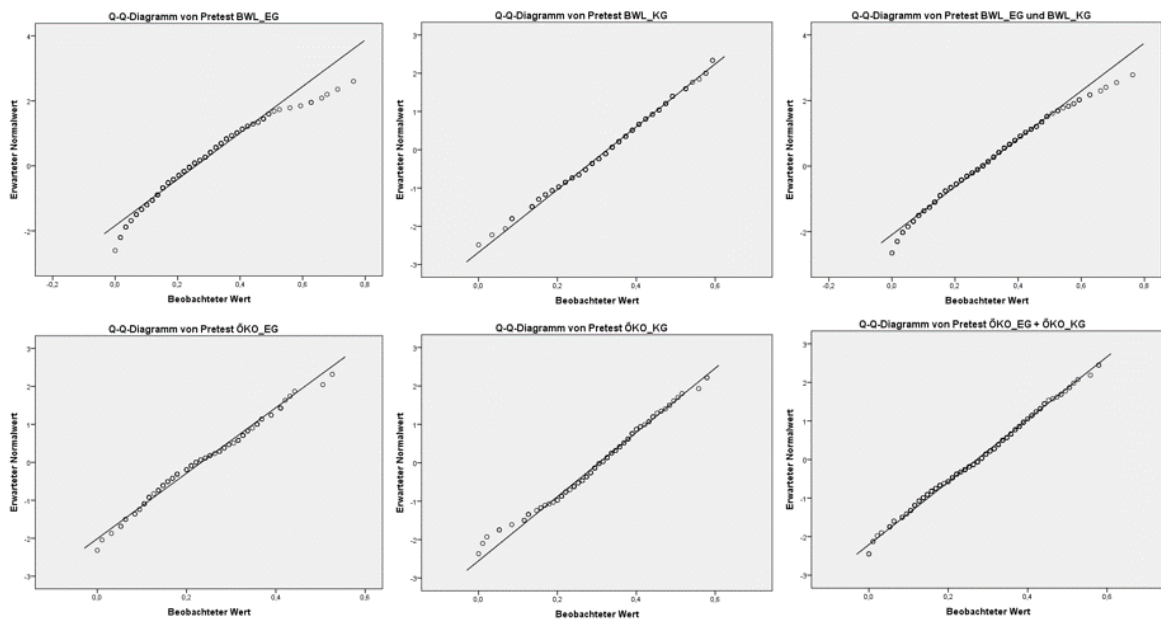


Abbildung 43: Q-Q-Diagramme zur Prüfung der Normalverteilung im Pretest

In Abb. 43 wird die Normalverteilung der jeweiligen Untersuchungsgruppen zusätzlich durch ein Q-Q-Diagramm dargestellt.

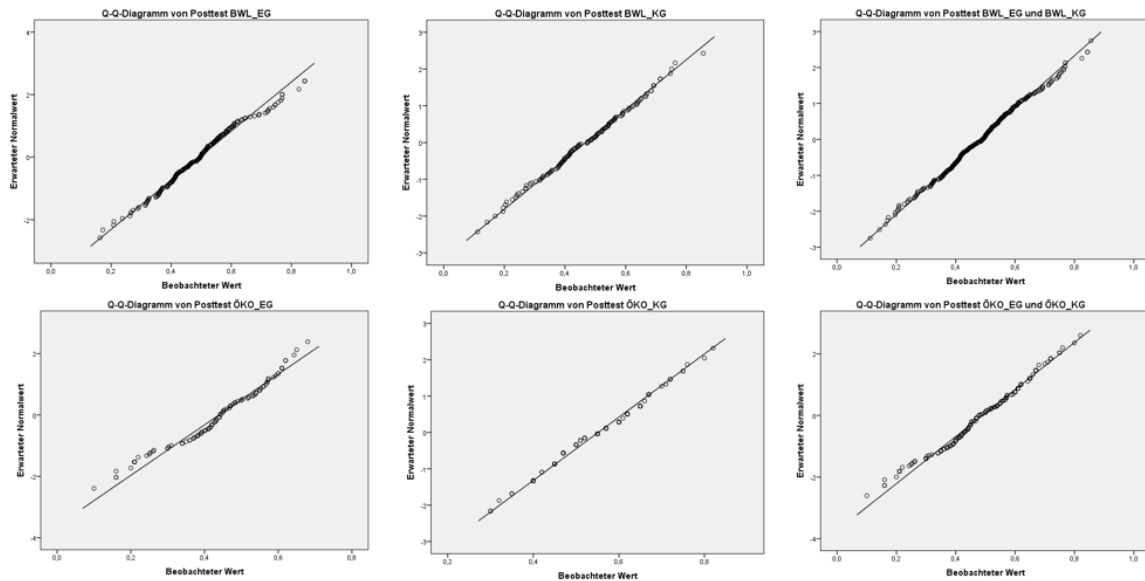


Abbildung 44: Q-Q-Diagramme zur Prüfung der Normalverteilung im Posttest

Aufgrund von $p > .05$ und der Prüfung durch die Q-Q-Diagramme kann in den Vorlesungen "Einführung in die BWL" und "Ökonomie im Unternehmen I" in allen Untersuchungsgruppen eine Normalverteilung angenommen werden. Insgesamt können nur marginale Abweichungen beim Pretest in der Experimentalgruppe ("Einführung in die BWL") festgestellt werden (Abbildung 47, oben links). Diese ergeben sich auch, wenn die Ergebnisse des Pretests von Kontroll- und Experimentalgruppe gemeinsam betrachtet werden (Abbildung 47, oben rechts). Dies deutet darauf hin, dass nur wenige Studierende alle bzw. fast alle Wissensfragen im Pretest richtig beantwortet haben. Ein ähnliches Bild, nur mit anderer Tendenz, ist auch bei dem Posttest der Experimentalgruppe in "Ökonomie im Unternehmen I" zu erkennen. Die Studierenden erreichen im Posttest vermehrt höhere Werte, als dies im Pretest der Fall gewesen ist. So ist an dieser Stelle schon zu erkennen, dass es Unterschiede zwischen den Ausprägungen im Pre- und Posttest beim Vergleich der jeweiligen Kontroll- und Experimentalgruppen in beiden Veranstaltungen gibt. Ob die Abweichungen und damit der Wissenserwerb signifikant unterschiedlich ist und wodurch die unterschiedlichen Entwicklungen beeinflusst werden, wird in einem nachfolgenden Schritt geklärt.

Zunächst wird die Hypothese H2 zur Normalverteilung aufgrund dieser Analyse für alle Untersuchungsgruppen angenommen. Auf Basis der testtheoretischen Überprüfung wird davon ausgegangen, dass es sich bei den konstruierten Tests um geeignete Messinstrumente handelt. Die interne Konsistenz der Wissensitems ermöglicht eine Zusammenfassung der Items, sodass nachfolgend ein Vergleich der Experimental- und Kontrollgruppen ermöglicht wird.

Die Analyse des Wissenserwerbs stellt die Ausgangssituation der Untersuchung der Wirkung und Wirksamkeit digitaler Lernobjekte in dieser Forschungsarbeit dar. Im ersten Ansatz steht ein Vergleich von Experimental- und Kontrollgruppe im Mittelpunkt, der um eine spezifische Analyse der ermittelten Konstrukte und die Auswahl von Teilgruppen ergänzt wird. Zum Vergleich der Experimental- und Kontrollgruppe wurden folgende Hypothesen formuliert:

H3: In der Experimentalgruppe ist der Wissenserwerb signifikant höher als in der Kontrollgruppe.
H4: In der Experimentalgruppe haben die schwächeren Studierenden einen signifikant höheren Wissenserwerb als die schwächeren Studierenden in der Kontrollgruppe.

Einen ersten Ansatz zur Analyse des Wissenserwerbs beschreibt die Itemstatistik (vgl. Tabelle 39) zum Pre-Posttest, in den alle Studierenden einbezogen wurden, die an den jeweiligen Tests teilgenommen haben. Beim Vergleich zwischen der jeweiligen Experimental- und der Kontrollgruppe ergibt sich in beiden Vorlesungen zu den jeweiligen Messzeitpunkten eine ähnliche Varianz, sodass eine vergleichbare Zusammensetzung von Experimental- und Kontrollgruppen vorliegt.

Gruppe		Mittelwert	Min	Max	Bereich	Max/Min	Varianz	Items
Pretest								
BWL_EG	Item-Mittelwerte	0,258	0,056	0,63	0,574	11,333	0,021	59
	Inter-Item-Korrelationen	0,104	-0,217	0,472	0,689	-2,176	0,008	59
BWL_KG	Item-Mittelwerte	0,327	0,039	0,804	0,765	20,5	0,027	59
	Inter-Item-Korrelationen	0,061	-0,268	0,427	0,695	-1,591	0,009	59
ÖKO_EG	Item-Mittelwerte	0,235	0,01	0,845	0,835	82	0,040	95
	Inter-Item-Korrelationen	0,090	-0,24	0,841	1,081	-3,499	0,018	95
ÖKO_KG	Item-Mittelwerte	0,309	0,018	0,865	0,847	48	0,048	95
	Inter-Item-Korrelationen	0,082	-0,268	0,862	1,13	-3,211	0,015	95
Posttest								
BWL_EG	Item-Mittelwerte	0,494	0,199	0,660	0,461	3,317	0,016	12
	Inter-Item-Korrelationen	0,060	-0,111	0,302	0,413	-2,705	0,007	12
BWL_KG	Item-Mittelwerte	0,468	0,150	0,656	0,507	4,388	0,018	12
	Inter-Item-Korrelationen	0,096	-0,144	0,338	0,483	-2,348	0,008	12
ÖKO_EG	Item-Mittelwerte	0,439	0,076	0,825	0,749	10,822	0,058	10
	Inter-Item-Korrelationen	0,017	-0,171	0,186	0,357	-1,090	0,010	10
ÖKO_KG	Item-Mittelwerte	0,546	0,118	0,949	0,831	8,017	0,079	10
	Inter-Item-Korrelationen	0,028	-0,274	0,319	0,594	-1,164	0,013	10

Tabelle 39: Itemstatistik zum Pre-Post-Wissenstest

In der Vorlesung "Einführung in die BWL" weisen die Mittelwerte darauf hin, dass die Experimentalgruppe im Pretest weniger Punkte erzielt hat als die Kontrollgruppe. Im Posttest schneidet die Experimentalgruppe jedoch besser als die Kontrollgruppe ab, was auf einen höheren Wissenszuwachs hinweisen kann. Beim Vergleich der Mittelwerte in den Untersuchungsgruppen zu "Ökonomie im Unternehmen I" zeigen sich keine spezifischen Unterschiede im Wissenserwerb.

Basierend auf diesen Daten kann festgestellt werden, dass die Studierenden in der Experimentalgruppe nicht schlechter als die Kontrollgruppe abschneiden und folglich kein negativer Effekt durch die technologische Unterstützung auf den Wissenserwerb existiert. Eine Schwäche dieser allgemeinen Analyse ist jedoch, dass auch Datensätze von Studierenden in die Auswertung integriert werden, die im schlechtesten Fall nur an einer Befragung teilgenommen haben. Demzufolge ist zu analysieren, welcher Wissenserwerb in der Teilgruppe vorliegt, die am Pre- und Posttest und an mindestens einer Untersuchungssitzung teilgenommen haben. Bei dieser Fallauswahl wurden die Testergebnisse auf ein Intervall zwischen 0 und 1 skaliert, um über einen t-Test den prozentualen Wissenserwerb als allgemeinen Indikator zu berechnen. Die nachfolgende Tabelle zeigt die Gruppenstatistik des t-Tests zu den Untersuchungsgruppen:

Gruppe		N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Einführung in die BWL					
Pretest	Experimentalgruppe	129	0,2638	0,14196	0,01250
	Kontrollgruppe	92	0,3252	0,11834	0,01234
Posttest	Experimentalgruppe	129	0,5150	0,12466	0,01098
	Kontrollgruppe	92	0,4864	0,14800	0,01543
Differenz	Experimentalgruppe	129	0,2512	0,18576	0,01636
	Kontrollgruppe	92	0,1612	0,19628	0,02046
Ökonomie im Unternehmen I					
Pretest	Experimentalgruppe	34	0,2545	0,10171	0,01744
	Kontrollgruppe	57	0,3180	0,10367	0,01373
Posttest	Experimentalgruppe	34	0,4206	0,12849	0,02204
	Kontrollgruppe	57	0,5296	0,12921	0,01711
Differenz	Experimentalgruppe	34	0,1661	0,18937	0,03248
	Kontrollgruppe	57	0,2116	0,16007	0,02120

Tabelle 40: t-Test-Gruppenstatistik zum Wissenserwerb

Wird der Wissenserwerb in der Kontroll- und Experimentalgruppe in der Vorlesung "Einführung in die BWL" verglichen, kann aufgrund von $p < .001$ angenommen werden, dass ein hoch signifikanter Unterschied zwischen diesen Untersuchungsgruppen existiert. Diese erste Analyse lässt darauf schließen, dass durch die Integration digitaler Lernobjekte Effekte auf den Wissenserwerb in der Experimentalgruppe bestehen.

Spezifisch ergibt sich, dass in der Experimentalgruppe eine Differenz von 0,25 und in der Kontrollgruppe von 0,16 Prozentpunkten vorliegt (vgl. Tabelle 40). Dieses Ergebnis ist insbesondere deswegen relevant, weil die Experimentalgruppe im Pretest sehr viel schlechter als die Kontrollgruppe und im Posttest besser als die Kontrollgruppe abgeschnitten hat. Basierend auf diesem Ergebnis wird für die Untersuchungsgruppen in der Vorlesung "Einführung in die BWL" die Hypothese H3 angenommen. Ob der identifizierte Effekt auf den Einsatz digitaler Lernobjekten zurückzuführen ist, muss durch weitere Analysen untersucht werden.

Für die Untersuchungsgruppe "Ökonomie im Unternehmen I" bestätigt sich aufgrund von $p = .224$, dass durch die Stichprobe (Anwesenheitszahlen in Untersuchungssitzung 1 bis 3, vgl. Kap. 7.3.1) der Wissenserwerb nicht mit der Unterscheidung zwischen Experimental- und Kontrollgruppe erklärt werden kann. Unter Berücksichtigung der Fallauswahl⁵⁶ ergibt sich $n = 34$ in der Kontrollgruppe, wodurch eine spezifische Erklärung des Wissenserwerbs für diese Untersuchungsgruppe nicht möglich ist. Demnach kann ein positiver Effekt in der Experimentalgruppe nicht nachgewiesen werden, wodurch H_3 für diese Untersuchungsgruppe nicht angenommen wird. In den nachfolgenden Analysen wird deswegen der Wissenserwerb der Probanden der Vorlesung "Einführung in die BWL" spezifisch betrachtet. Ergänzende Analysen werden für die Untersuchungsgruppen in "Ökonomie im Unternehmen I" vorgenommen.

Ausgehend vom allgemeinen Vergleich des Wissenserwerbs in der Experimental- und Kontrollgruppe wurde eine vertiefende Analyse für die Vorlesung Einführung in die BWL vorgenommen. Durch dieses Verfahren wird der Wissenserwerb der Studierenden durch insgesamt vier Stufen abgebildet. Die nachfolgende Teilauswertung zeigt das prozentuale Abschneiden innerhalb eines vierstufigen Intervalls⁵⁷ (0 = kein Erwerb bis 3 = hoher Erwerb):

Stufe		0	1	2	3	Gesamt	
Gruppe	EG	Anzahl	13	48	57	10	128
		Wissenserwerb der Experimentalgruppe	10,2 %	37,5 %	44,5 %	7,8 %	100,0 %
		Wissenserwerb innerhalb der Stufe	41,9 %	53,3 %	68,7 %	71,4 %	58,4 %
		% der Gesamtzahl	5,9 %	21,9 %	26,0 %	4,6 %	58,4 %
	KG	Anzahl	19	42	26	4	91
		Wissenserwerb der Kontrollgruppe	20,9 %	46,2 %	28,6 %	4,4 %	100,0 %
		Wissenserwerb innerhalb der Stufe	58,1 %	46,7 %	31,3 %	28,6 %	41,6 %
		% der Gesamtzahl	8,7 %	19,2 %	11,9 %	1,8 %	41,6 %
Gesamt	Anzahl	32	90	83	14	219	
	Wissenserwerb beider Gruppen	14,6 %	41,1 %	37,9 %	6,4 %	100,0 %	
	Wissenserwerb innerhalb der Stufe beider Gruppen	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	
	% der Gesamtzahl	14,6 %	41,1 %	37,9 %	6,4 %	100,0 %	

Tabelle 41: Abbildung des Wissenserwerbs in Niveaustufen in "Einführung in die BWL"

Werden die Daten der Experimental- und Kontrollgruppe zusammen betrachtet, dann weisen 41,1 % einen Wissenserwerb um eine Stufe, 37,9 % um zwei Stufen und 6,4 % um drei Stufen auf, während 14,6 % keinen Wissenserwerb in der Vorlesung erzielen. Ein großer Wissenserwerb liegt somit bei der Teilgruppe von Studierenden im Bereich von einer und zwei Stufen vor. Ein direkter Vergleich der Untersuchungsgruppen zeigt, dass ein Unterschied mehrheitlich durch die Ergebnisse der Experimentalgruppe begründet werden kann. Mit 21,9 % auf einer Stufe und 26,0 % auf zwei

⁵⁶ Die Stichprobe beinhaltet nur die Studierenden, die am Pre- und Posttest sowie an mindestens einer der Untersuchungssitzungen teilgenommen haben. Nur so können die Effekte der Untersuchungssitzungen auf den Wissenserwerb, der sich durch die Teilnahme am Pre- und Posttest ergibt, dargestellt werden.

⁵⁷ Eine vierstufige Intervallskala wurde zur besseren Lesbarkeit der Ergebnisse gewählt.

Stufen ist der Wissenserwerb in der Experimentalgruppe stärker als in der Kontrollgruppe ausgeprägt. Auf Grundlage dieses Ergebnisses wurde durch eine weitere Analyse (vgl. Abb. 45) betrachtet, durch welche Teilgruppe der Studierenden dieser Effekt erklärt werden kann. Im Vergleich zwischen Pre- und Posttest ergibt sich, dass in der Experimentalgruppe 68,3 % (Kontrollgruppe 54,5 %) derjenigen Studierenden einen Wissenserwerb um zwei Stufen aufweisen, die im Pretest die erste Stufe erreicht haben. Von den Studierenden, die im Pretest die zweite Stufe erreicht haben, erzielen in der Experimentalgruppe 25,5 % (Kontrollgruppe 23,0 %) der Studierenden einen Wissenserwerb um zwei Stufen:

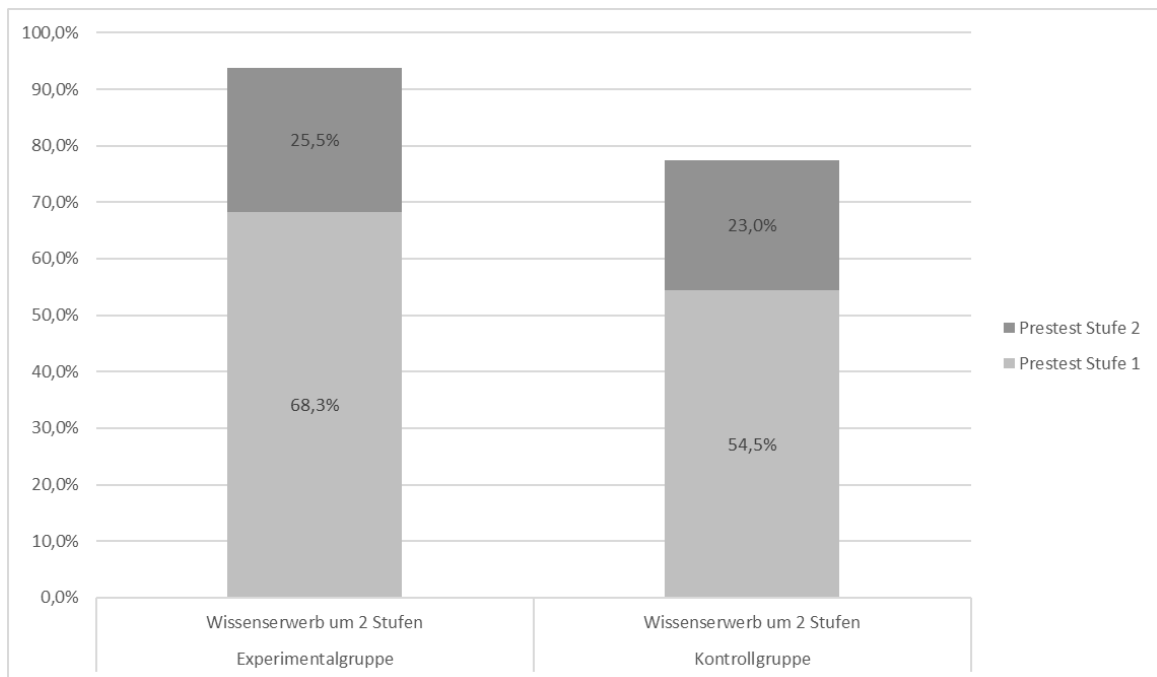


Abbildung 45: Vergleich des Wissenserwerbs bei den schwächeren Studierenden in "Einführung in die BWL"

Basierend auf dieser Analyse wird die Hypothese H4 angenommen, weil in der Experimentalgruppe die schwächeren Studierenden einen höheren Wissenserwerb erzielen als in der Kontrollgruppe.

Zusammenfassend konnte durch die Einzelanalysen herausgestellt werden, dass in der Vorlesung "Einführung in die BWL" die Experimentalgruppe beim Wissenserwerb signifikant besser abschneidet, als die Kontrollgruppe. Weitergehend wird auf der Ebene der Tiefenstruktur (vgl. Abb. 42) untersucht, durch welche Faktoren die Unterschiede in der Wissensvermittlung begründet werden können.

7.5.2 Konzentration

Am Ende der jeweiligen Untersuchungssitzungen und im Pretest wurden die Studierenden über die begleitenden Fragebögen zu ihrem Konzentrationsverlauf befragt. Dazu wurde das Item "Wie schätzen Sie Ihre Konzentration in der jeweiligen Phase der heutigen Vorlesung ein?" über eine vierstufige Skala erhoben (vgl. Kap. 7.2.1). Ausgehend von diesem methodischen Ansatz existiert eine weitere Studie, die einen ähnlichen Ansatz aufweist. In einer älteren Untersuchung (n = 1353) von Stuart und Rutherford (1978) wurde herausgefunden, dass die Konzentration der Vorlesungsteilnehmer zu Beginn stark ansteigt und nach 10-15 Minuten ein Maximum erreicht. Ermittelt wurde dieser Effekt über einen Kurzfragebogen, in dem die Studierenden alle fünf Minuten ihre Konzentrationsleistung angeben mussten. Ausgehend von diesem Ergebnis ist zu untersuchen, wie sich die Konzentrationsleistung in der Untersuchungsgruppen entwickelt hat. Weitergehend ist zu hinterfragen, ob durch den Einsatz mobiler Endgeräte und das damit zusammenhängende Ablenkungspotenzial ein negativer Effekt auf die Konzentration existiert. Zudem muss geprüft werden, ob ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Konzentration und dem Wissenserwerb existiert. Basierend auf diesen Fragestellungen werden nachfolgende Hypothesen formuliert:

- H5:** Im Vergleich der Untersuchungsgruppen ist die Konzentrationsleistung der Experimentalgruppe höher als die der Kontrollgruppe.
- H6:** Innerhalb der Untersuchungsgruppen existieren keine signifikanten Unterschiede der Konzentrationsleistung.
- H7:** Es existiert ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Konzentration und dem Wissenserwerb.

In einem ersten Ansatz wurden die Angaben zur Konzentrationsleistung in den jeweiligen Untersuchungsgruppen ausgewertet. Die nachfolgende Tabelle zeigt die Mittelwerte der Untersuchungssitzungen (US_1 bis US_3):

Gruppe	US_1 ⁵⁸	US_2	US_3	Gruppe	1 US	2 US	3 US
BWL				ÖKO			
Pretest EG	3,29	2,88	2,29	Pretest EG	3,07	2,59	2,09
Pretest KG	3,28	2,97	2,31	Pretest KG	3,38	2,98	2,34
Sitzung_1 EG	3,40	2,88	2,63	Sitzung_1 EG	3,01	2,77	2,54
Sitzung_1 KG	3,42	3,03	2,63	Sitzung_1 KG	3,13	2,99	2,34
Sitzung_2 EG	3,22	2,99	2,62	Sitzung_2 EG	2,86	2,77	2,86
Sitzung_2 KG	3,38	2,91	2,48	Sitzung_2 KG	3,18	2,73	2,21

⁵⁸ US ist die Abkürzung für Untersuchungssitzung.

Kapitel 7: Konzept einer empirischen Untersuchung und erste Ergebnisse

Sitzung_3 EG	3,43	2,99	3,12	Sitzung_3 EG	3,00	2,79	2,74
Sitzung_3 KG	3,41	3,01	2,58	Sitzung_3 KG	3,29	2,78	2,41
Durchschnitt EG	3,33	2,93	2,66	Durchschnitt EG	2,98	2,73	2,55
Durchschnitt KG	3,37	2,98	2,50	Durchschnitt KG	3,24	2,87	2,32
Durchschnitt Gesamt	3,35	2,95	2,58	Durchschnitt Gesamt	3,11	2,80	2,44

Tabelle 42: Angaben zur Konzentration im Vorlesungsverlauf

Ausgehend von den Ergebnissen von Stuart & Rutherford (1978) kann vermutet werden, dass die Konzentrationsleistung im Verlauf der Vorlesung abnimmt. Zu Beginn der untersuchten Vorlesung liegt die Konzentrationsleistung in allen Untersuchungsgruppen zwischen 3,22 und 3,43, was eine vergleichbare Ausgangssituation darstellt. Bis zum Ende der Vorlesung sinkt die Konzentrationsleistung auf einen Bereich zwischen 2,58 bis 2,75, was als Übergang zu einem Zustand abnehmender Konzentration interpretiert werden kann. Basierend auf diesen Angaben zeigen die Daten einen vergleichbaren Konzentrationsverlauf in allen Teilgruppen der Untersuchung in der Vorlesung "Einführung in die BWL" und "Ökonomie im Unternehmen I". Somit kann im ersten Ansatz vermutet werden, dass es durch den Einsatz der digitalen Lernobjekte und den damit verbundenen Methodenwechsel zu keiner schwächeren Konzentrationsleistung kommt.

Zur gruppenspezifischen Auswertung wurde über einen t-Test ein Vergleich der Mittelwerte vorgenommen. Dazu wurde die Probandenzahl⁵⁹ auf die Studierenden reduziert, die am Pre- und Posttest und an mindestens einer der Untersuchungssitzungen teilgenommen haben. In der nachfolgenden Tabelle werden die Ergebnisse des Mittelwertvergleichs dargestellt:

		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz
BWL_0_1	Varianzen sind gleich	0,002	0,963	0,205	219	0,838	0,020
	Varianzen sind nicht gleich			0,204	192,469	0,839	0,020
BWL_0_2	Varianzen sind gleich	4,802	0,029	-1,211	218	0,227	-0,104
	Varianzen sind nicht gleich			-1,245	210,345	0,215	-0,104
BWL_0_3	Varianzen sind gleich	0,611	0,435	-1,164	217	0,246	-0,119
	Varianzen sind nicht gleich			-1,187	205,941	0,237	-0,119
f_1_2_1	Varianzen sind gleich	0,314	0,576	0,156	171	0,876	0,019
	Varianzen sind nicht gleich			0,154	146,594	0,878	0,019
f_1_2_2	Varianzen sind gleich	0,009	0,923	-0,604	165	0,547	-0,072
	Varianzen sind nicht gleich			-0,597	143,778	0,552	-0,072
f_1_2_3	Varianzen sind gleich	0,939	0,334	1,222	165	0,224	0,153
	Varianzen sind nicht gleich			1,209	143,197	0,228	0,153
f_2_2_1	Varianzen sind gleich	0,008	0,930	-1,464	132	0,146	-0,190
	Varianzen sind nicht gleich			-1,484	128,201	0,140	-0,190
f_2_2_2	Varianzen sind gleich	0,008	0,930	1,501	131	0,136	0,195
	Varianzen sind nicht gleich			1,522	128,228	0,130	0,195
f_2_2_3	Varianzen sind gleich	0,230	0,632	1,468	130	0,145	0,231
	Varianzen sind nicht gleich			1,467	122,261	0,145	0,231
f_3_1_1	Varianzen sind gleich	0,112	0,739	0,875	125	0,383	0,104
	Varianzen sind nicht gleich			0,868	110,753	0,387	0,104
f_3_1_2	Varianzen sind gleich	0,043	0,837	1,046	124	0,298	0,140
	Varianzen sind nicht gleich			1,030	105,801	0,305	0,140
f_3_1_3	Varianzen sind gleich	2,876	0,092	3,650	122	0,000	0,578
	Varianzen sind nicht gleich			3,562	97,893	0,001	0,578

⁵⁹ Diese Fallauswahl gilt für alle Analysen zum Wissenserwerb in den Untersuchungsgruppen zur Vorlesung "Einführung in die BWL".

Tabelle 43: Ergebnisse des t-Tests zur Konzentration in "Einführung in die BWL"

Ein allgemeiner Vergleich der Gruppen der Vorlesung "Einführung in die BWL" zeigt, dass bis auf eine Ausnahme (US_3) kein signifikanter Unterschied der Konzentrationsleistung existiert. In den Untersuchungsgruppen in der Vorlesung "Ökonomie im Unternehmen I" besteht zu keinem Messzeitpunkt ein signifikanter Unterschied.

Zur vertiefenden Analyse wurde der signifikante Unterschied zwischen den Untersuchungsgruppen im letzten Drittel der Vorlesung "Einführung in die BWL" unter Einbeziehung die Gruppenmerkmale spezifisch untersucht.

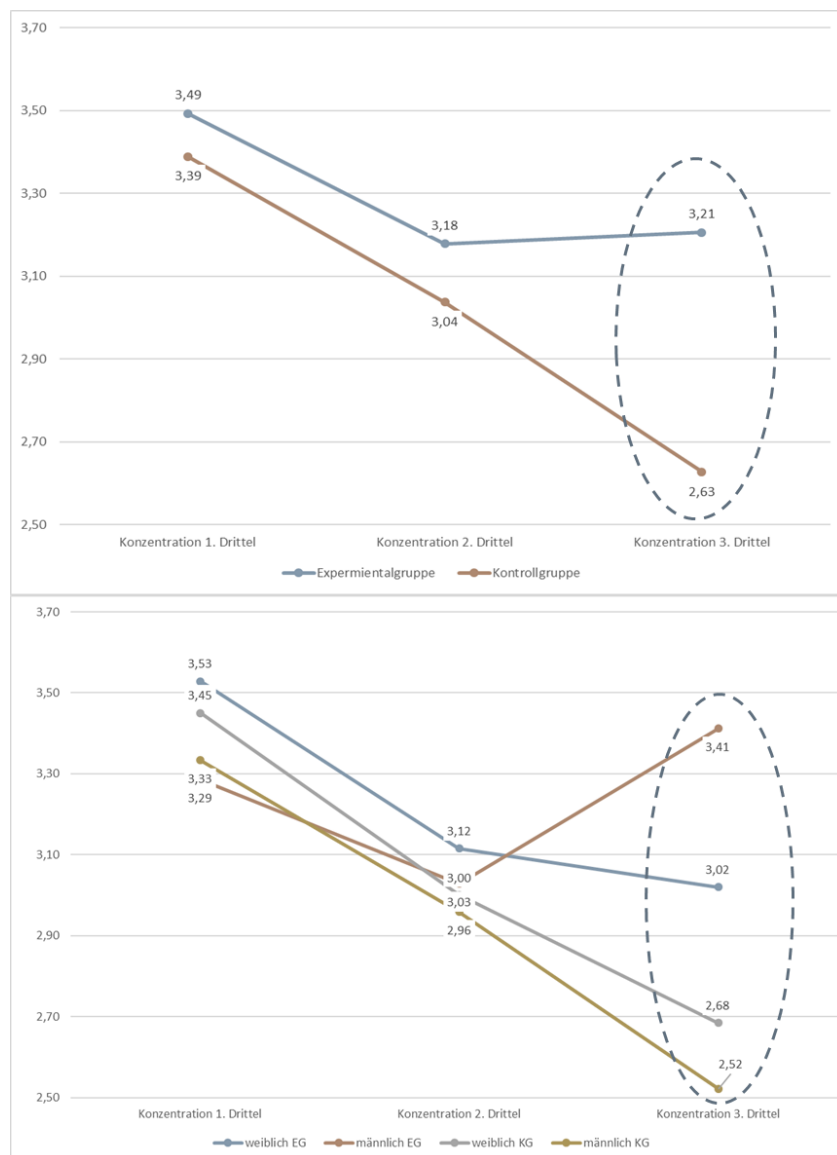


Abbildung 46: Analyse der Konzentrationsleistung in BWL in Sitzung_3 (oben) und zusätzlich Differenzierung nach Geschlecht (unten)

Durch den Vergleich wird deutlich, dass die Konzentrationsleistung mit 3,21 in der Experimentalgruppe im letzten Drittel größer war als in der Kontrollgruppe mit 2,63 (vgl. Abb. 46, obere Teilabildung). Eine Zunahme der Konzentrationsleistung im letzten Drittel der Vorlesung spricht damit

gegen den Trend der anderen Veranstaltungen und der angeführten Forschungsergebnisse (vgl. Kap. 5.4).

Basierend auf den ermittelten Personenmerkmalen konnte ein Gendereffekt (vgl. Abb. 46, untere Teilabbildung) als ein Grund für die Differenzierung innerhalb der Experimentalgruppe identifiziert werden. Im letzten Drittel der Sitzung geben die männlichen Studierenden mit 3,41 eine signifikant höhere Konzentration an als die weiblichen Studierenden mit 3,02. Im Vergleich dazu kann in der Kontrollgruppe kein relevanter genderspezifischer Effekt identifiziert werden. Der Konzentrationsverlauf in dieser Sitzung ist in der Kontrollgruppe vergleichbar mit dem durchschnittlichen Konzentrationsverlauf in allen anderen Untersuchungsgruppen (vgl. Tabelle 42).

Grundlegend kann anhand dieses Ergebnisses demonstriert werden, dass zum einen die Konzentration in der Experimentalgruppe in der dritten Sitzung bei beiden Geschlechtern höher ist und zum anderen ein Effekt auf die Konzentration der männlichen Studierenden existiert.

Abschließend wurde mit einem t-Test überprüft, ob ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Konzentration und dem Wissenserwerb existiert. Grundlegend kann vermutet werden, dass Studierende mit einer hohen Konzentrationsleistung in der Vorlesung ein besseres Ergebnis im Wissenserwerb erzielen. Die Auswertung unter Berücksichtigung der Untersuchungsgruppen und weiteren Gruppenmerkmale (Geschlecht) ergibt jedoch keine signifikanten Zusammenhänge zwischen der Konzentration und dem Wissenserwerb. Wird dieses Ergebnis zum Wissenserwerb auf andere empirische Untersuchungen übertragen, können ähnliche Tendenzen identifiziert werden. In einer älteren Studie untersuchte Lloyd (1968) den Zusammenhang zwischen Wissenserwerb und der Aufmerksamkeitsleistung in Vorlesungen. Durch Beobachtungen der Rezeptionsfähigkeit und Daten aus Selbstwahrnehmungen wurde nachgewiesen, dass die Aufmerksamkeitsleistung und die Rezeptionsfähigkeit nach den ersten 10 Minuten stark nachlässt und bis zum Ende der Vorlesung auf einem niedrigen Niveau erhalten bleibt. Erst am Ende der Vorlesungssitzung kann mit dem Anstieg der Aufmerksamkeitsleistung ein Wiederbelebungs-effekt ausgemacht werden, der nach Lloyd vermutlich durch die nachgelagerten Aktivitäten⁶⁰ zu erklären ist (Lloyd 1968). Dieses Ergebnis wurde in einer aktuelleren Studie von Wilson und Korn (2007) erneut aufgegriffen, die einen Abfall der Aufmerksamkeitsleistung nach 10-15 Minuten nicht generell bestätigen (Wilson & Korn 2007). Der von Lloyd (1968) und Wilson und Korn (2007) teilweise identifizierte Abfall der Aufmerksamkeit im ersten Drittel der Vorlesung kann in dieser Forschungsarbeit teilweise bestätigt werden, ein Wiederbelebungs-effekt am Ende der Vorlesungssitzung wurde nicht identifiziert. Basierend auf den Mittelwerten kann von einer Konzentration gesprochen werden, die zu Beginn sehr hoch ist und bis

⁶⁰ z. B. Übergang in die nächste Lehrveranstaltung

zum Ende einer Vorlesungssitzung auf einem mittleren Niveau stagniert. Ein vergleichbares Ergebnis zeigt sich in einer Studie von Gerbig-Calcagni (2009), in der in einem mehrdimensionalen Ansatz die Aufmerksamkeits- und Konzentrationsleistung der Teilnehmenden untersucht wurde (Gerbig-Calcagni 2009, 75 ff.). Durch die Beobachtung einer Stichprobe (n = 55) konnte festgestellt werden, dass kein eindeutiges Absinken der Aufmerksamkeit im Verlauf der Vorlesung feststellbar ist. Bei keinem Thema der Vorlesung wurde ein durchschnittlicher *on-task*-Wert⁶¹ von unter 90 % beobachtet. Die Auswertung von Gerbig-Calcagni (2009) stellt jedoch heraus, dass sich die Teilnehmer nur mäßig bis gut auf die Inhalte der Vorlesungssitzung konzentrieren konnten.

Basierend auf diesen Ergebnissen wird zusammengefasst festgestellt, dass der Einsatz digitaler Lernobjekte keinen negativen Effekt auf die Konzentrationsleistung der Studierenden hat. Aufgrund des Ergebnisses zur dritten Sitzung in der Vorlesung "Einführung in die BWL" wird für diese Teilgruppe die Hypothese H5 (*Im Vergleich der Untersuchungsgruppen ist die Konzentrationsleistung bei der Experimentalgruppe höher als bei der Kontrollgruppe*) angenommen. Durch die Identifikation eines genderspezifischen Effekts auf die Sitzung wird zusätzlich die Hypothese H6 (*Innerhalb der Untersuchungsgruppen existieren keine signifikanten Unterschiede der Konzentrationsleistung*) verworfen. Die Hypothese H7 (*Es existiert ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Konzentration und dem Wissenserwerb*) wird ebenfalls verworfen, weil kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Konzentration und dem Wissenserwerb nachgewiesen werden konnte.

7.5.3 Motivation

Im Rahmen der bereits vorgestellten Testinstrumente (vgl. Kap. 7.2.2) stellt sich die Frage, welche signifikanten Unterschiede im Bereich der Motivation zwischen den Untersuchungsgruppen existieren und auf welche Gruppenmerkmale mögliche Unterschiede zurückzuführen sind. Insbesondere ist zu prüfen, ob der Einsatz mobiler Endgeräte oder die Nutzung digitaler Lernobjekte zu einem Neuigkeitseffekt führen. Weitergehend ist zu prüfen, ob ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Motivation und dem Wissenserwerb existiert. Unter diesen Gesichtspunkten werden nachfolgende Hypothesen untersucht:

⁶¹ Die Einstufung *on-task* bedeutet, dass die Person sich genauso verhält (oder scheint es zu tun), wie es in der jeweiligen Unterrichtsphase erwünscht ist.

- H8:** Im Vergleich der Untersuchungsgruppen ist die Motivation in der Experimentalgruppe signifikant höher.
- H9:** Es existiert ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Einsatz mobiler Endgeräte und der Motivation.
- H10:** In der Experimentalgruppe nimmt die Motivation im Vorlesungsverlauf ab.
- H11:** Es existiert ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Motivation und dem Wissenserwerb.

Zur Auswertung motivationaler Effekte wurden zuerst die Items des Rubikon-Modells (f_6_11 bis f_6_16, vgl. Tabelle 30) der Handlungsphasen für die Gruppen in der Vorlesung "Einführung in die BWL" betrachtet. Für alle Teilaufgaben zeigen die Items in der Reliabilitätsanalyse ein Cronbachs Alpha von > .700, deswegen wurden die Variablen zum Konstrukt Motivation zusammengefasst. Dazu wurde für die jede Aufgabe in den Untersuchungssitzungen (A1 bis A6) eine Variable Motivation_A1 bis Motivation_A6 berechnet, die im weiteren Vorgehen in Bezug auf Gruppenmerkmale spezifisch betrachtet wird. Zur Berechnung wurden die Mittelwerte der Items (vgl. Tabelle 30) gebildet, auf einem 0/1-Intervall skaliert und zu den jeweiligen Bereichen zusammengefasst.

Im ersten Ansatz wurde dazu über einen t-Test geprüft, ob signifikante Zusammenhänge zwischen den Experimental- und Kontrollgruppen existieren.

		Levene-Test der Varianzgleichheit		t-Test für die Mittelwertgleichheit				
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz
Motivation Sitzung 1 Aufgabe 1	Varianzen sind gleich	1,161	0,283	1,998	157	0,047	0,04209	0,02107
	Varianzen sind nicht gleich			1,966	139,292	0,051	0,04209	0,02141
Motivation Sitzung 1 Aufgabe 2	Varianzen sind gleich	2,122	0,147	1,469	147	0,144	0,03355	0,02283
	Varianzen sind nicht gleich			1,437	125,222	0,153	0,03355	0,02334
Motivation Sitzung 2 Aufgabe 1	Varianzen sind gleich	1,762	0,187	2,743	121	0,007	0,07598	0,02770
	Varianzen sind nicht gleich			2,706	108,455	0,008	0,07598	0,02808
Motivation Sitzung 2 Aufgabe 2	Varianzen sind gleich	0,399	0,529	1,957	113	0,053	0,05684	0,02904
	Varianzen sind nicht gleich			1,957	110,266	0,053	0,05684	0,02904
Motivation Sitzung 3 Aufgabe 1	Varianzen sind gleich	1,543	0,217	4,987	107	0,000	0,22990	0,04610
	Varianzen sind nicht gleich			5,189	88,214	0,000	0,22990	0,04430
Motivation Sitzung 3 Aufgabe 2	Varianzen sind gleich	16,669	0,000	5,474	97	0,000	0,19263	0,03519
	Varianzen sind nicht gleich			4,962	56,528	0,000	0,19263	0,03882

Tabelle 44: Analyse der Motivation durch t-Test in "Einführung in die BWL"

An diesen Daten wird deutlich, dass zu vier Messzeitpunkten ein signifikanter Unterschied in der Motivation zwischen den Experimental- und Kontrollgruppen existiert. In Bezug auf diese Variablen muss spezifisch betrachtet werden, womit diese signifikanten Unterschiede zu erklären sind. In diesem Zusammenhang zeigt die nachfolgende Abbildung⁶² die Mittelwerte zu den einzelnen Aufgaben differenziert nach Experimental- und Kontrollgruppe.

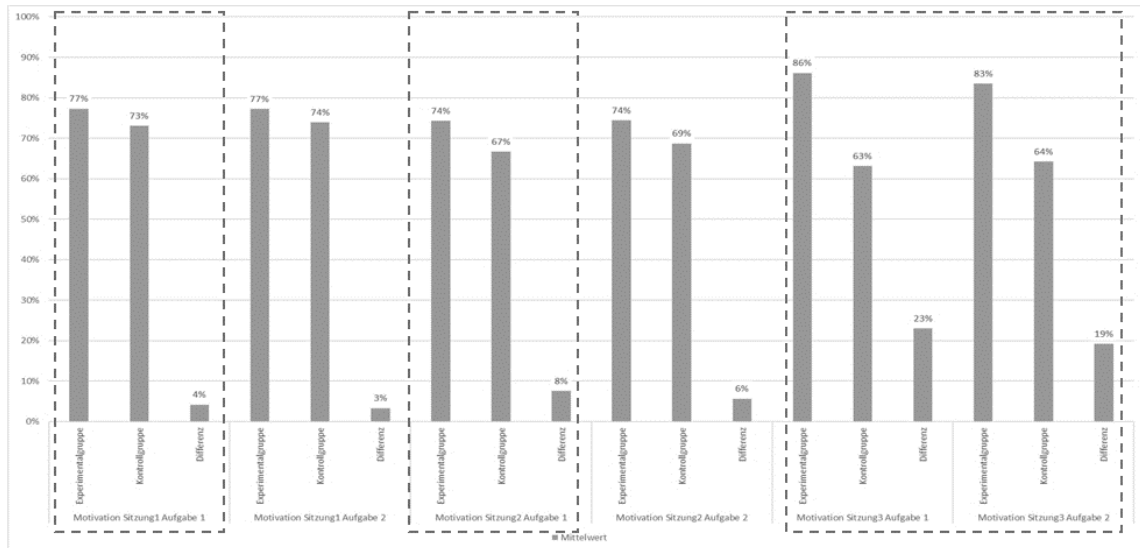


Abbildung 47: Vergleich der Motivation in "Einführung in die BWL"

Unter Berücksichtigung der signifikanten Unterschiede aus Tabelle 44 wird deutlich, dass die Motivation in den Experimentalgruppen in jeder Sitzung höher ist als in den Kontrollgruppen. Insbesondere die Motivation in der dritten Sitzung mit einer Differenz von 23 und 29 Prozentpunkten trägt deutlich zu einer Erklärung der Unterschiede bei. An dieser Stelle kann vermutet werden, dass in der Experimentalgruppe zu diesem Zeitpunkt nicht nur die Konzentration, sondern auch die Motivation positiv beeinflusst wurde.⁶³

Gruppen Einf. BWL	Motivation Sitzung1 Aufgabe 1	Motivation Sitzung1 Aufgabe 2	Motivation Sitzung2 Aufgabe 1	Motivation Sitzung2 Aufgabe 2	Motivation Sitzung3 Aufgabe 1	Motivation Sitzung3 Aufgabe 2
weiblich KG	71 %	71 %	62 %	65 %	66 %	69 %
männlich KG	77 %	78 %	73 %	74 %	59 %	58 %
weiblich EG	78 %	77 %	76 %	76 %	87 %	83 %
männlich EG	76 %	78 %	71 %	72 %	85 %	85 %

Tabelle 45: Angaben zur Motivation in "Einführung in die BWL"⁶⁴

⁶² Signifikante Unterschiede werden in der Abbildung 50 durch einen Rahmen hervorgehoben.

⁶³ Durch längerfristige Studien muss untersucht werden, ob es sich hierbei um einen Neugierkeitseffekt handelt.

⁶⁴ Die hervorgehobenen Zellen der Tabelle stellen signifikante Werte dar.

Basierend auf diesen Ergebnissen wurden aus den Experimental- und Kontrollgruppen jeweils geschlechtsspezifische Teilgruppen (vgl. Tabelle 45) gebildet, um die Unterschiede differenziert zu betrachten.

Innerhalb der Experimentalgruppe konnten zwischen den männlichen und weiblichen Studierenden keine signifikanten Unterschiede identifiziert werden. Dagegen wurden in der Kontrollgruppe signifikante geschlechtsspezifische Unterschiede in beiden Aufgaben der zweiten Sitzung festgestellt. Hier zeigt sich, dass die weiblichen Studierenden deutlich unmotivierter sind als die männlichen Studierenden. Ein gruppenübergreifender Vergleich bestätigt dieses Ergebnis, da die männlichen Studierenden in der Experimental- und Kontrollgruppe eine vergleichbare Motivation angeben, während die Motivation der weiblichen Studierenden in der Kontrollgruppe in allen Sitzungen niedriger ist.

Basierend auf diesem Teilergebnis der Sitzung 2 in "Einführung in die BWL" wurde durch einen t-Test differenziert nach dem Geschlecht analysiert, inwiefern weitere genderspezifische Ergebnisse bestimmt werden können.

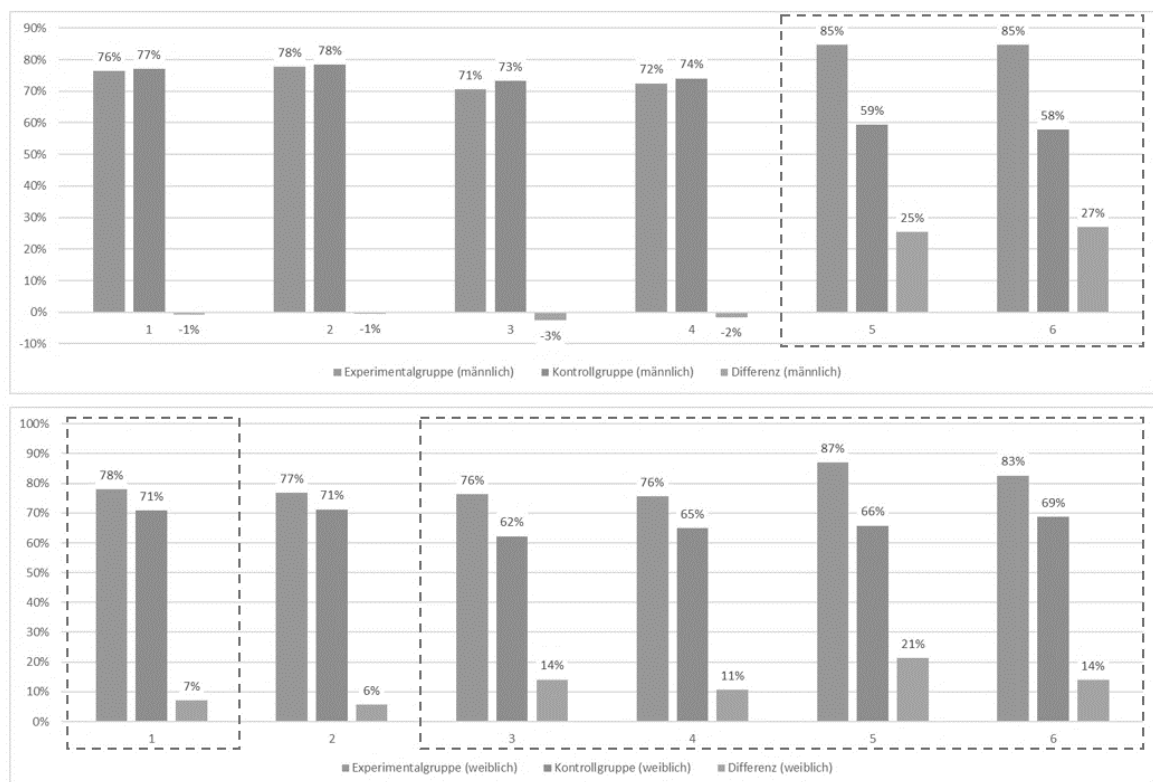


Abbildung 48: Motivation in "Einführung in die BWL" differenziert nach Geschlechtern, männlich (oben)/weiblich (unten)

Bei den weiblichen Studierenden lassen sich durch diese Ergebnisse signifikante Unterschiede (gestrichelte Rahmen im Diagramm Abb. 48) in fast allen Sitzungen feststellen. Insbesondere fällt auf, dass die weiblichen Studierenden in den Experimentalgruppen deutlich höher motiviert sind als in

der Kontrollgruppe. Bei den männlichen Studierenden kann ein signifikanter Unterschied in beiden Aufgaben der dritten Sitzung nachgewiesen werden. In Bezug auf diese Gesamtansicht kann angenommen werden, dass die Motivation in der Experimentalgruppe bei den weiblichen Studierenden höher ist.

Ausgehend von diesen Ergebnissen ist zu hinterfragen, was die Quelle für die höhere Motivation in der Experimentalgruppe ist. Im Rahmen der möglichen Motivationsquellen konnten in der dritten Sitzung zwischen Experimental- und Kontrollgruppe signifikante Unterschiede bei den Items Thema, Dozent und der Nutzung mobiler Endgeräte nachgewiesen werden.

Gruppe		N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Thema	Experimentalgruppe	101	2,90	0,608	0,061
	Kontrollgruppe	70	1,59	0,648	0,077
Dozent	Experimentalgruppe	101	2,81	0,644	0,064
	Kontrollgruppe	69	1,99	0,737	0,089
Mobile Endgeräte	Experimentalgruppe	101	3,08	0,770	0,077
Direktive Vermittlung	Kontrollgruppe	67	2,42	0,890	0,109

Tabelle 46: Motivationsquellen Sitzung 3 "Einführung in die BWL"

Basierend auf diesem Mittelwertvergleich kann angenommen werden, dass die höhere Motivation in der Experimentalgruppe durch die Integration der mobilen Endgeräte erklärt werden kann. Besonders die weiblichen Studierenden scheinen durch den Einsatz digitaler Lernobjekte stärker motiviert zu werden und erreichen in der Experimentalgruppe ähnlich hohe Motivationswerte wie die männlichen Probanden. Gleichzeitig wird aber auch ein Einfluss durch das Thema und den Dozierenden deutlich. Es kann vermutet werden, dass durch den Einsatz der mobilen Endgeräte die gesamte Wahrnehmung der Studierenden beeinflusst wird und dadurch alle drei Faktoren als motivierender angesehen werden. Dagegen wird die direktive Vermittlung in der Kontrollgruppe von den Studierenden als weniger motivierend wahrgenommen, was sich vermutlich auch auf die Wahrnehmung des Dozierenden und des Themas auswirkt.

Eine ergänzende Analyse der Motivation wurde zudem durch die konkrete Ausprägung der Items des Rubikon-Modells in der dritten Sitzung vorgenommen. Diese Analyse (vgl. Abb. 49) geht der Frage nach, inwiefern der Einsatz digitaler Lernobjekte von einer niedrigen Motivation (R_1: bewusste Planung einer Handlung) bis zu einer hohen Motivation (R_6: systematisches Bewerten der Bearbeitungsstrategie) geführt hat.

Aus der Analyse der Items zum Rubikon-Modell resultiert, dass bis auf Item R_2 (*Ich habe Vorüberlegungen zur Lösung der Aufgabe durchgeführt*) in der zweiten Aufgabe alle anderen Items signifikante Unterschiede zwischen den Untersuchungsgruppen aufweisen. Dazu wurden die Mittelwerte der Items des Rubikon-Modells (R_1 bis R_6)⁶⁵ der Motivation im Vergleich zwischen Experimental- und Kontrollgruppe dargestellt.

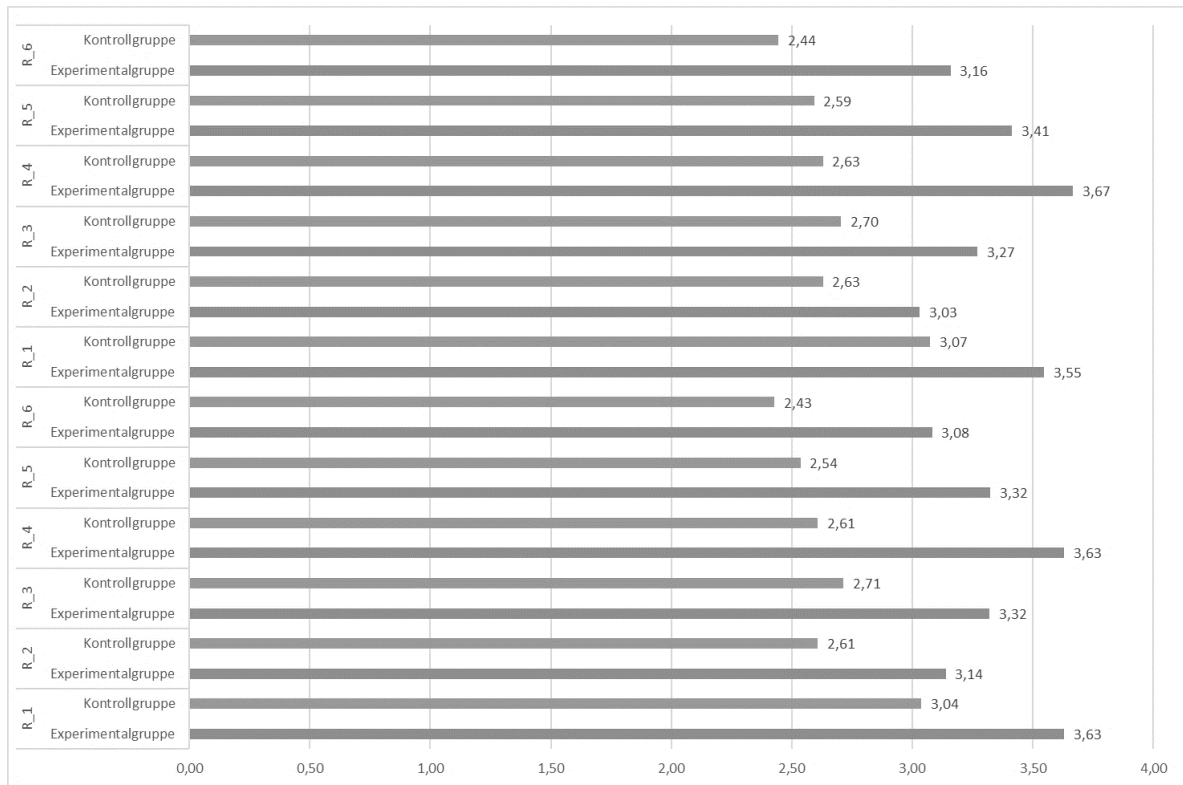


Abbildung 49: Vergleich zur Ausprägung der Motivation in der Sitzung 3 "Einführung in die BWL"

Durch einen Vergleich der Mittelwerte wird deutlich, dass die Ausprägung der Motivation in der Experimentalgruppe über alle Items höher ist. Dieses Ergebnis zeigt sich beispielweise im ersten Item (R_1: *Zu Beginn der Aufgabendurchführung hatte ich das primäre Ziel, eine Lösung zu finden*), in dem die Studierenden der Experimentalgruppe eine höhere Zustimmung zeigen (R_1_EG = 3,63 > R_1_KG = 3,04). Während in beiden Untersuchungsgruppen die Ausprägung der Motivation abnimmt, bleibt sie in der Experimentalgruppe durchgehend auf einem hohen Niveau (> 3,00). Basierend auf diesem Ergebnis kann vermutet werden, dass die aktive Auseinandersetzung mit den digitalen Lernobjekten auch zu einer höheren kognitiven Auseinandersetzung und Reflexion des Bearbeitungsweges in der Experimentalgruppe führt.

Zusammenfassend wird festgehalten, dass der Einsatz mobiler Endgeräte in der dritten Sitzung in der Experimentalgruppe zu einer signifikant höheren Motivation führt. Weitergehend ergeben sich

⁶⁵ Items des Rubikon-Modells siehe S. 114.

genderspezifische Effekte innerhalb der jeweiligen Untersuchungsgruppen. Zur vergleichenden Untersuchung dieses Effekts wurden die Daten aus den Untersuchungsgruppen zur Vorlesung "Ökonomie im Unternehmen I" mit dem gleichen Auswertungsverfahren analysiert. Aufgrund der geringen Stichprobe wird nur eine Auswertung der jeweiligen Sitzungen im Zusammenhang mit möglichen Motivationsquellen vorgenommen. Die nachfolgende Abbildung beschreibt die Differenz in der Motivation zwischen Experimental- und Kontrollgruppe in Bezug auf die Aufgaben der jeweiligen Sitzungen.

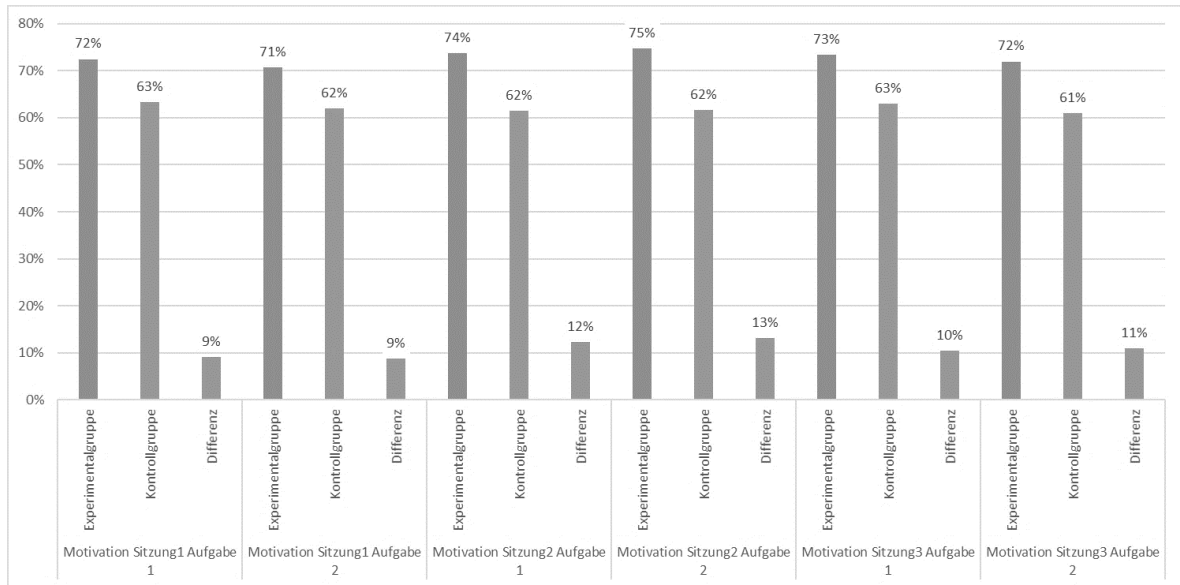


Abbildung 50: Vergleich der Motivation in der Vorlesung "Ökonomie im Unternehmen I"

Ausgehend von dieser Analyse bestätigt sich auch für die Untersuchungsgruppen in "Ökonomie im Unternehmen I", dass die Motivation in der Experimentalgruppe höher ist. Durch die t-Tests konnten jedoch keine signifikanten Unterschiede zwischen den Experimental- und Kontrollgruppen in "Ökonomie im Unternehmen I" in Bezug auf die Motivationsquelle nachgewiesen werden, was vermutlich durch die geringe Stichprobe zu begründen ist.

Abschließend wurde geprüft, ob ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Motivation und dem Wissenserwerb existiert. Dazu wurde im ersten Schritt differenziert nach Experimental- und Kontrollgruppe untersucht, ob es einen korrelativen Zusammenhang zwischen dem Wissenserwerb und den codierten Variablen aus dem Rubikon-Modell gibt. Eine Auswertung dieser Analyse und eine ergänzende Betrachtung weiterer Gruppenmerkmale zeigt keine Korrelation zwischen Motivation und Wissenserwerb. Im zweiten Analyseansatz wurde geprüft, ob ein signifikant korrelativer Zusammenhang zwischen den Motivationsquellen und dem Wissenserwerb besteht. Als Ergebnis konnte in der Kontrollgruppe ein positiv signifikant korrelativer Zusammenhang zwischen dem Wis-

senserwerb und der direktiven Vermittlung (.238) durch den Dozierenden festgestellt werden. Somit ist der Dozent das einzige Motivationskriterium in der Vorlesung der Kontrollgruppe, während in der Experimentalgruppe auch der Einsatz digitaler Lernobjekte eine positive Auswirkung auf die Motivation hat.

Zusammengefasst konnte für einige Sitzungen gezeigt werden, dass die Motivation in der Experimentalgruppe höher war als in der Kontrollgruppe. In diesem Zusammenhang wird die Hypothese H8 (*Im Vergleich der Untersuchungsgruppen ist die Motivation in der Experimentalgruppe signifikant höher*) angenommen. Die Hypothese H9 (*Es existiert ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Einsatz mobiler Endgeräte und der Motivation*) kann ebenfalls angenommen werden, weil die Auswertung einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Motivation und dem Einsatz mobiler Endgeräte gezeigt hat. Gleichzeitig stellen der Dozent und das Thema eine untergeordnete Motivationsquelle dar. Über den gesamten Vorlesungsverlauf konnte nicht nachgewiesen werden, dass die Motivation abnimmt. Von einem kurzfristigen Neuigkeitseffekt bei der Integration technologischer Unterstützung wird deswegen nicht ausgegangen und die Hypothese H10 (*In der Experimentalgruppe nimmt die Motivation im Vorlesungsverlauf ab*) verworfen. Unter Berücksichtigung der Ergebnisse zum Wissenserwerb wird die Hypothese H11 (*Es existiert ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Motivation und dem Wissenserwerb*) verworfen, weil ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Motivation oder der Motivationsquelle und dem Wissenserwerb nicht nachgewiesen wurde.

7.5.4 Kognitive Aktivierung

Ausgehend von dem Untersuchungsgegenstand der konventionellen Vorlesung stellt sich die grundlegende Frage, inwiefern eine direktive Vermittlung von Inhalten oder die Nutzung von digitaler Lernobjekte zu einer kognitiven Auseinandersetzung mit den Lerninhalten führt. Ergänzend wurde in den begleitenden Fragebögen zu den Untersuchungssitzungen die kognitive Aktivierung erfasst (vgl. Kap. 7.2.3). Zur Analyse der Untersuchungsgruppen wurde folgende Hypothese formuliert:

H12: Die Studierenden in der Experimentalgruppe werden signifikant höher kognitiv aktiviert als die Studierenden in der Kontrollgruppe.

Im ersten Analyseansatz wurde ein t-Test über die zusammengefassten Variablen⁶⁶ der jeweiligen Untersuchungssitzungen durchgeführt. Durch die begleitenden Fragebögen wurden Angaben zur kognitiven Aktivierung zu jeder Untersuchungssitzung und innerhalb dieser zu jeder Teilaufgabe ermittelt:

		Levene-Test der Varianzgleichheit		t-Test für die Mittelwertgleichheit			
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz
KA_S1_A1	Varianzen sind gleich	0,030	0,864	-1,355	240	0,177	-0,02051
	Varianzen sind nicht gleich			-1,349	221,837	0,179	-0,02051
KA_S1_A2	Varianzen sind gleich	0,001	0,975	0,230	224	0,818	0,00348
	Varianzen sind nicht gleich			0,229	198,349	0,819	0,00348
KA_S2_A3	Varianzen sind gleich	0,941	0,333	-0,885	169	0,377	-0,01447
	Varianzen sind nicht gleich			-0,896	166,851	0,372	-0,01447
KA_S3_A5	Varianzen sind gleich	3,332	0,070	-1,305	161	0,194	-0,02799
	Varianzen sind nicht gleich			-1,354	158,987	0,178	-0,02799
KA_S3_A6	Varianzen sind gleich	0,181	0,671	0,736	151	0,463	0,01522
	Varianzen sind nicht gleich			0,741	139,004	0,460	0,01522
KA_S2_A4	Varianzen sind gleich	0,006	0,936	0,194	160	0,847	0,00347
	Varianzen sind nicht gleich			0,193	151,404	0,847	0,00347

Tabelle 47: t-Test zum Konstrukt der kognitiven Aktivierung in der Vorlesung "Einführung in die BWL"

Basierend auf diesen Ergebnissen zeigt sich, dass keine signifikanten Unterschiede zwischen den Untersuchungsgruppen existieren. Durch dieses Ergebnis wird im ersten Analyseschritt sichergestellt, dass in der Kontrollgruppe ebenfalls eine kognitiv aktivierende Vorlesung durchgeführt wurde. Ausgehend von der Signifikanzprüfung kann diese Tendenz auch aus dem Vergleich der Mittelwerte abgeleitet werden.

	Gruppe	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
KA_S1_A1	Experimentalgruppe	136	0,6544	0,11499	0,00986
	Kontrollgruppe	106	0,6749	0,11917	0,01157
KA_S1_A2	Experimentalgruppe	131	0,6772	0,1104	0,00965
	Kontrollgruppe	95	0,6737	0,11446	0,01174
KA_S2_A3	Experimentalgruppe	95	0,6346	0,11132	0,01142
	Kontrollgruppe	76	0,6491	0,0996	0,01142
KA_S3_A5	Experimentalgruppe	95	0,5921	0,14648	0,01503
	Kontrollgruppe	68	0,6201	0,11709	0,0142
KA_S3_A6	Experimentalgruppe	89	0,661	0,12815	0,01358
	Kontrollgruppe	64	0,6458	0,12311	0,01539
KA_S2_A4	Experimentalgruppe	90	0,662	0,11268	0,01188
	Kontrollgruppe	72	0,6586	0,11419	0,01346

Tabelle 48: Vergleich der kognitiven Aktivierung der Untersuchungsgruppen in "Einführung in die BWL"

Dieses Teilergebnis ist deswegen relevant, weil beide Gruppen ähnlich kognitiv aktiviert wurden, die Experimentalgruppe aber im Wissenserwerb signifikant besser abgeschnitten hat.

⁶⁶ Für jede der zusammengefassten Variablen wurde eine Reliabilitätsanalyse durchgeführt.

Ergänzend wurde eine Analyse der Einzelitems vorgenommen, um die kognitive Aktivierung in der Experimentalgruppe genauer zu betrachten. Ein Vergleich der Items ergibt, dass insbesondere Item 5 (*Zur Bearbeitung der Aufgabe habe ich eigene Konzepte, Ideen oder Lösungen angewendet*) in der Experimentalgruppe eine geringe Zustimmung erfahren hat.

In den Untersuchungsgruppen in der Vorlesung "Ökonomie im Unternehmen I" wurde ebenfalls ein t-Test zum Vergleich der kognitiven Aktivierung durchgeführt.

		Levene-Test der Varianzgleichheit		t-Test für die Mittelwertgleichheit			
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz
KA_S1_A1	Varianzen sind gleich	0,075	0,784	-0,022	127	0,983	-0,00057
	Varianzen sind nicht gleich			-0,021	97,609	0,983	-0,00057
KA_S1_A2	Varianzen sind gleich	0,102	0,750	-0,864	118	0,389	-0,01485
	Varianzen sind nicht gleich			-0,862	114,903	0,391	-0,01485
KA_S2_A3	Varianzen sind gleich	1,640	0,204	1,868	92	0,065	0,03678
	Varianzen sind nicht gleich			1,941	91,819	0,055	0,03678
KA_S2_A4	Varianzen sind gleich	0,114	0,736	2,409	87	0,018	0,05529
	Varianzen sind nicht gleich			2,380	78,846	0,020	0,05529
KA_S3_A5	Varianzen sind gleich	0,761	0,386	1,559	72	0,123	0,03746
	Varianzen sind nicht gleich			1,564	71,688	0,122	0,03746
KA_S3_A6	Varianzen sind gleich	1,869	0,176	1,629	64	0,108	0,04642
	Varianzen sind nicht gleich			1,613	56,089	0,112	0,04642

Tabelle 49: Itemstatistik zur kognitiven Aktivierung in der Vorlesung "Ökonomie im Unternehmen I"

Im direkten Vergleich kann durch $p = 0,018$ in der zweiten Untersuchungssitzung zum zweiten Messzeitpunkt (KA_S2_A4) ein signifikanter Unterschied zwischen der Experimental- und Kontrollgruppe identifiziert werden. Zu diesem Vergleichszeitpunkt wurde in der Experimentalgruppe eine Simulation zum Themenbereich *Handel mit Optionen* durchgeführt.

Gruppe		N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
KA_S1_A1	Experimentalgruppe	63	0,6680	0,18603	0,02344
	Kontrollgruppe	66	0,6686	0,10628	0,01308
KA_S1_A2	Experimentalgruppe	59	0,6511	0,10026	0,01305
	Kontrollgruppe	61	0,6660	0,08789	0,01125
KA_S2_A3	Experimentalgruppe	41	0,6972	0,07796	0,01218
	Kontrollgruppe	53	0,6604	0,10572	0,01452
KA_S2_A4	Experimentalgruppe	40	0,7177	0,11459	0,01812
	Kontrollgruppe	49	0,6624	0,10179	0,01454
KA_S3_A5	Experimentalgruppe	36	0,6493	0,09676	0,01613
	Kontrollgruppe	38	0,6118	0,10922	0,01772
KA_S3_A6	Experimentalgruppe	32	0,6432	0,13342	0,02359
	Kontrollgruppe	34	0,5968	0,09607	0,01648

Tabelle 50: Mittelwerte zur kognitiven Aktivierung in "Ökonomie im Unternehmen I"

Unter Berücksichtigung der Stichprobengröße wird in diesem Zusammenhang festgestellt, dass die kognitive Aktivierung in der Experimentalgruppe mit einer Differenz von 5,5 Prozentpunkten höher ausfällt als in der Kontrollgruppe. In diesem Fall muss eine spezifische Analyse (vgl. Kap. 7.6.1) des digitalen Lernobjektes nachweisen, mit welchen Merkmalen dieser Effekt erklärt werden kann.

Zusammenfassend wird deutlich, dass zwischen den Experimental- und Kontrollgruppen kein signifikanter Unterschied in der kognitiven Aktivierung existiert. Die Hypothese H12 (*Die Studierenden in der Experimentalgruppe werden signifikant höher kognitiv aktiviert als die Studierenden in der Kontrollgruppe*) kann aufgrund dieser Ergebnisse nur für die Teilgruppe KA_S2_A4 in der Vorlesung "Ökonomie im Unternehmen I" angenommen werden.

7.5.5 Thematische Wahrnehmung

Zur Analyse der thematischen Wahrnehmung wurden die Studierenden in den Fragebögen der Untersuchungssitzungen aufgefordert, maximal sieben Themen⁶⁷ der Sitzung als Stichwort zu nennen. Die Angaben der Studierenden können dahingehend interpretiert werden, dass Themen genannt werden, die kurzfristig aus dem Gedächtnis abgerufen und im Vorlesungsverlauf als relevant eingestuft werden. Grundlegend stellt sich die Frage, ob der Einsatz von digitalen Lernobjekten eine Fokussierung spezifischer Themen fördert und somit einen Erklärungsansatz für den Wissenserwerb darstellt.

H13: In der Experimentalgruppe findet eine höhere Wahrnehmung der Themen der Untersuchungssitzung statt als in der Kontrollgruppe.

Zur Auswertung der Hypothesen wurden alle Themen der jeweiligen Vorlesung in einer Liste zusammengefasst und mit einer Identifikationsnummer versehen. Die maximal sieben Angaben der Studierenden wurden durch die Identifikationsnummer codiert und die relativen Häufigkeiten durch die Diagramme Abb. 51 und der Abb. 52 visualisiert.

⁶⁷ Sieben Themen wurde aufgrund der Annahmen von Miller (1956) festgelegt. Unter der millerschen Zahl wird die Tatsache verstanden, dass der Mensch maximal 7 (+/- 2) Themen im Kurzzeitgedächtnis vorhalten kann.

Kapitel 7: Konzept einer empirischen Untersuchung und erste Ergebnisse

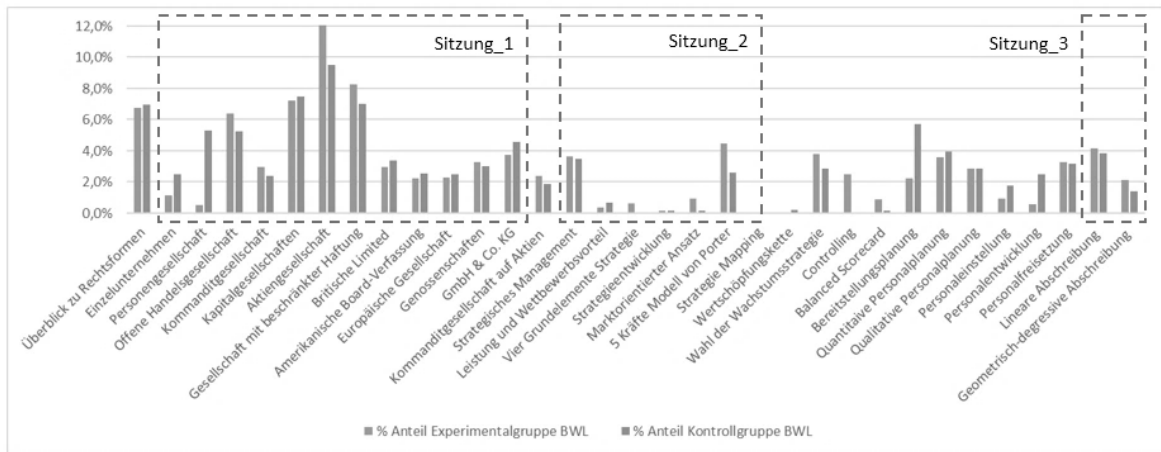


Abbildung 51: Thematische Wahrnehmung zur Vorlesung "Einführung in die BWL"

In der ersten Sitzung kann aufgrund der relativen Häufigkeiten von einer ähnlichen thematischen Wahrnehmung in beiden Untersuchungsgruppen ausgegangen werden. Während in der Experimentalgruppe das Thema der Aktiengesellschaft (EG = 12,2 Prozent; KG = 9,5 Prozent) häufiger genannt wurde, zeigen sich mehr Nennungen in der Kontrollgruppe bei dem Thema Personengesellschaft (EG = 0,5 Prozent; KG = 5,3 Prozent). In der zweiten Sitzung ergeben sich ähnliche Akzentuierungen in beiden Gruppen bei den Themen der digitalen Lernobjekte. Das Thema zum Modell von Porter (A4_BWL_ME) wird von der Experimentalgruppe häufiger genannt (EG = 4,4 Prozent; KG = 2,6 Prozent). Ähnliche Ergebnisse werden auch in der dritten Sitzung deutlich, in der die Themen der Untersuchungssitzungen von der Experimental- und Kontrollgruppe vergleichbar wahrgenommen werden. Im Rahmen dieser qualitativen Analyse existiert ein marginaler Nachweis, dass in der Vorlesung "Einführung in die BWL" keine umfassende Unterscheidung zwischen Experimental- und Kontrollgruppe in der thematischen Wahrnehmung existiert. In Bezug auf die digitalen Lernobjekte wird jedoch deutlich, dass in der Experimentalgruppe die zugehörigen Themen aus den Untersuchungssitzungen geringfügig häufiger genannt wurden.

In der Vorlesung "Ökonomie im Unternehmen I" wurden die Studierenden ebenfalls aufgefordert, maximal sieben Themen der Vorlesung zu nennen. Während in der Vorlesung "Einführung in die BWL" durch die digitalen Lernobjekte insbesondere in der ersten Sitzung ein breites thematisches Spektrum eingebunden wurde, liegt in der Vorlesung "Ökonomie im Unternehmen I" der Schwerpunkt auf fachspezifischen Themen. Aufgrund einer Vielzahl von Themen wurde das nachfolgende Diagramm zur besseren Lesbarkeit auf die Inhalte der Untersuchungssitzungen beschränkt.

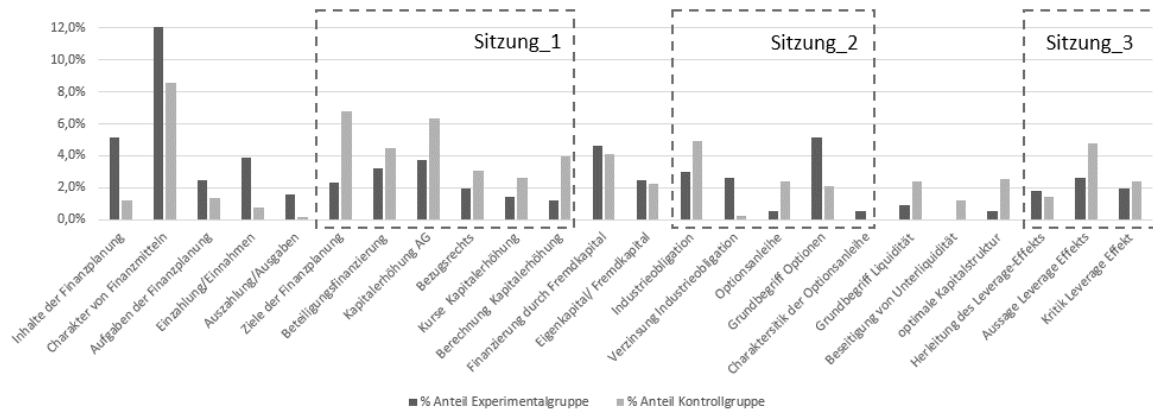


Abbildung 52: Thematische Wahrnehmung in der Vorlesung "Ökonomie im Unternehmen"

Innerhalb der ersten und dritten Sitzung⁶⁸ werden die Themen der digitalen Lernobjekte in der Kontrollgruppe häufiger genannt, beide Gruppen liegen aber in einem vergleichbaren Bereich. In der zweiten Sitzung liegt eine etwas höhere Wahrnehmung der relevanten Themen (Grundbegriffe Optionen, Charakteristik der Optionsanleihe und Verzinsung einer Industrieobligation) bei der Experimentalgruppe vor. Vermutlich existiert hier ein Zusammenhang mit der signifikant höheren kognitiven Aktivierung in der Experimentalgruppe.

Zusammenfassend zeigt die Analyse zur thematischen Wahrnehmung, dass in spezifischen Fällen Unterschiede zwischen der Experimental- und Kontrollgruppe existieren. In Bezug auf die Ergebnisse der zweiten Sitzung ist zu hinterfragen, ob ein Zusammenhang zwischen dem Interaktivitätsgrad eines digitalen Lernobjektes und der thematischen Wahrnehmung besteht (vgl. Kap. 7.6.1). In Bezug auf beide Vorlesungen kann abschließend vermutet werden, dass durch den Einsatz digitaler Lernobjekte eine Fokussierung von Themen ermöglicht wird. Es wird jedoch nicht davon ausgegangen, dass der Einsatz digitaler Lernobjekte automatisch zu einer höheren thematischen Wahrnehmung führt. Aufgrund dieses Ergebnisses wird die Hypothese H12 (*Die Studierenden in der Experimentalgruppe werden signifikant höher kognitiv aktiviert als die Studierenden in der Kontrollgruppe*) verworfen.

7.5.6 Zusammenfassung der Analysen zur Wissensvermittlung

Im ersten Analyseansatz wurde nachgewiesen, dass in der Experimentalgruppe in der Vorlesung "Einführung in die BWL" ein signifikant höherer Wissenserwerb als in der Kontrollgruppe erreicht wurde. Dieses Ergebnis stellt die Ausgangssituation des Analyseprozesses dieser Arbeit dar. In der Vorlesung "Ökonomie im Unternehmen I" sind die Stichproben aufgrund der Teilnehmerzahlen zu

⁶⁸ Aufgrund des geringen Stichprobenumfangs dienen diese Ergebnisse ausschließlich zur Ableitung von Tendenzen im Bereich der thematischen Wahrnehmung.

gering, um einen vergleichbaren Analyseprozess zu ermöglichen. In diesen Untersuchungsgruppen wurden die Konstrukte isoliert betrachtet, um die Ergebnisse als Grundlage für die Analyse der digitalen Lernobjekte zu nutzen.

Durch die multiperspektivische Untersuchung der Wissensvermittlung wurde ein Analyseverfahren angewendet, das spezifische Effekte im Vergleich der Untersuchungsgruppen aufzeigt. Die nachfolgende Tabelle zeigt eine Übersicht über die Ergebnisse, die in die Themen der Untersuchungssitzungen untergliedert wurden.

	Aufgabenformat	Konzentration	Motivation	Kog. Aktivierung	th. Wahrnehmung
Untersuchungsgruppen der Vorlesung Einführung in die BWL					
BWL_Sitzung_1_A1 Rechtsformwahl	Fallbeispiel	<u>EG > KG</u>	<u>EG > KG*</u>	EG == KG	<u>EG > KG</u>
BWL_Sitzung_1_A2 Rechtsformwahl	Fallbeispiel	<u>EG > KG</u>	<u>EG > KG</u>	EG == KG	<u>EG > KG</u>
BWL_Sitzung_2_A3 Modell Ansoff	Fallbeispiel	<u>EG > KG</u>	<u>EG > KG*</u>	EG == KG	EG == KG
BWL_Sitzung_2_A4 Modell Porter	Fallbeispiel	<u>EG > KG</u>	<u>EG > KG</u>	EG == KG	<u>EG > KG</u>
BWL_Sitzung_3_A5 lineare Abschreibung	Interaktive Tabelle	<u>EG > KG</u>	<u>EG > KG*</u>	EG == KG	<u>EG > KG</u>
BWL_Sitzung_3_A6 degressive Abschreibung	Interaktive Tabelle	<u>EG > KG*</u> +Gendereffekt	<u>EG > KG*</u>	EG == KG	<u>EG > KG</u>
Untersuchungsgruppen der Vorlesung Ökonomie im Unternehmen I					
Öko_Sitzung_1_A1 Ziele Finanzierung	Fallbeispiel	EG < KG	<u>EG > KG*</u>	EG == KG	EG < KG
Öko_Sitzung_1_A2 Kapitalerhöhung AG	Fallbeispiel	EG < KG	<u>EG > KG*</u>	EG == KG	EG < KG
Öko_Sitzung_2_A3 Emissionskosten	Interaktive Tabelle	<u>EG > KG</u>	<u>EG > KG*</u>	EG == KG	EG < KG
Öko_Sitzung_2_A4 Handel mit Optionen	Simulation	<u>EG > KG</u>	<u>EG > KG*</u>	<u>EG > KG*</u>	<u>EG > KG</u>
Öko_Sitzung_3_A5 Leverage Effekt	Modifikation einer Gleichung	<u>EG > KG</u>	<u>EG > KG*</u>	EG == KG	<u>EG > KG</u>
Öko_Sitzung_3_A6 Kritik Leverage Effekt	Wissensmarkt	<u>EG > KG</u>	<u>EG > KG*</u>	<u>EG > KG</u>	EG == KG
Legende: *= signifikant (p < .05) / EG = Experimentalgruppe / KG = Kontrollgruppe					

Tabelle 51: Übersicht über die Untersuchungsergebnisse zu den Konstrukten

Basierend auf diesen Daten stehen diejenigen Ergebnisse im weiteren Verlauf dieser Arbeit im Vordergrund, die einen signifikanten Unterschied zwischen der Experimental- und Kontrollgruppe aufweisen. Alle weiteren nichtsignifikanten Ergebnisse zwischen die Gruppen können verwendet werden, um Analysen durch deskriptiver Statistiken vorzunehmen. Beim Vergleich der untersuchten Konstrukte wird festgestellt, dass die Motivation ein Faktor ist, der bei der Analyse der digitalen Lernobjekte vertiefend betrachtet werden muss. Im direkten Vergleich der Themen zeigen sich in *BWL_Sitzung_3_A6* und *Öko_Sitzung_2_A4* jeweils zwei signifikante Gruppenunterschiede, die ebenfalls die Grundlage für eine spezifische Analyse bieten. Basierend auf diesen Analyseergebnissen zu den Konstrukten wird im nachfolgenden Kapitel untersucht, inwiefern die signifikanten Gruppenunterschiede durch die Beurteilungsfragen vertiefend erklärt werden können.

7.6 Analyse der digitalen Lernobjekte

Im Mittelpunkt der Evaluation der digitalen Lernobjekte stehen die Untersuchungssitzungen, in denen ein signifikanter Unterschied zwischen den Teilgruppen nachgewiesen wurde. Zur Untersuchung der digitalen Lernobjekte wurden in den Experimental- und Kontrollgruppen für jede Aufgabe nachfolgende Items durch die begleitenden Fragebögen erhoben.

Gruppe	Bereich	Fragestellung
EG+KG	Niveau	A_01: Das Thema empfinde ich als anspruchsvoll. A_03: Die Aufgabe beinhaltet eine anspruchsvolle Problemstellung.
EG+KG	Motivation	A_08: Die Aufgabe motiviert mich zu einer Beschäftigung mit den Vorlesungsinhalten.
EG+KG	Lebensweltbezug	A_09: Die Aufgabe stellt einen Bezug zu meiner Lebenswelt dar.
EG	Feedback	A_10: Das Feedback der Aufgabe hilft mir, die Inhalte besser zu verstehen. A_11: Die Feedback-Phase im Plenum zur Aufgabe hilft mir, die Inhalte besser zu verstehen.
EG+KG	Wissen	A_12: Ich konnte mein Wissen in Bezug auf das Thema der Vorlesung festigen.
EG+KG	Verständlichkeit	B_01: Die Fragestellung der Aufgabe habe ich verstanden. B_02: Die Strukturierung der Aufgabe stufe ich als verständlich ein. B_08: Die Darstellung der Aufgabe ist für mich verständlich. B_09: Der Inhalt der Aufgabe ist für mich verständlich.
EG+KG	Unterstützung	B_03: Die Aufgabe bietet mir Hilfemöglichkeiten zum Finden einer Lösung. B_05: Die Aufgabe hilft mir, Aspekte der Vorlesung besser zu verstehen. B_06: Die Ergebnisse der Aufgabe helfen mir, Aspekte der Aufgabe besser zu verstehen.
EG+KG	Interesse	B_04: Das Verfahren hat mein Interesse an diesem Thema verstärkt.
EG+KG	Nutzen	B_07: Ich habe durch die Aufgabe einen zusätzlichen Nutzen in der Vorlesung.
EG+KG	Aufgabentyp	B_10: Den Aufgabentyp werde ich in Zukunft sicher bearbeiten können.

Tabelle 52: Items zur Beurteilung der digitalen Lernobjekte

Zu Beurteilung wurde eine vierstufige Likert-Skala (4 = *stimme voll zu* bis 1 = *stimme überhaupt nicht zu*) eingesetzt. Ausgehend von diesen Items wird nachfolgend eine spezifische Analyse der digitalen Lernobjekte und zusätzlich ein Vergleich zwischen Experimental- und Kontrollgruppe vorgenommen. Abschließend werden die Ergebnisse zur technologischen Akzeptanz (vgl. Kap. 7.6.2) vorgestellt, um das Verfahren im Gesamten zu bewerten.

7.6.1 Beurteilungsfragen

Zur Beurteilung der digitalen Lernobjekte wurden im ersten Schritt die Bewertungs-Items (vgl. Tabelle 53) ausgewertet, um signifikante Unterschiede zwischen den Experimental- und Kontrollgruppen zu identifizieren. Die nachfolgende Tabelle fasst die Ergebnisse des t-Tests für die Untersuchungsgruppen in der Vorlesung "Einführung in die BWL" zusammen:

Kapitel 7: Konzept einer empirischen Untersuchung und erste Ergebnisse

	Gruppe		N	Mittelwert	Standardabweichung	sig.	
A1	f_1_3_3	Experimentalgruppe	101	2,47	0,715	0,003	Das Thema empfinde ich als anspruchsvoll.
		Kontrollgruppe	72	2,81	0,744		
	f_1_6_1	Experimentalgruppe	96	3,54	0,664	0,100	Die Fragestellung der Aufgabe habe ich verstanden.
		Kontrollgruppe	72	3,78	0,451		
A2	f_1_4_1	Experimentalgruppe	97	3,06	0,674	0,038	Das Thema empfinde ich als anspruchsvoll.
		Kontrollgruppe	63	2,83	0,730		
	f_1_7_1	Experimentalgruppe	88	3,48	0,711	0,002	Die Fragestellung der Aufgabe habe ich verstanden.
		Kontrollgruppe	66	3,77	0,457		
	f_1_7_3	Experimentalgruppe	88	2,86	0,860	0,043	Die Aufgabe bietet mir Hilfemöglichkeiten zum Finden einer Lösung.
		Kontrollgruppe	67	3,13	0,757		
A3	f_2_3_1	Experimentalgruppe	74	2,57	0,742	0,004	Das Thema empfinde ich als anspruchsvoll.
		Kontrollgruppe	55	2,91	0,586		
	f_2_6_6	Experimentalgruppe	70	3,06	0,778	0,020	Die Ergebnisse der Aufgabe helfen mir, Aspekte der Aufgabe besser zu verstehen.
		Kontrollgruppe	57	3,35	0,582		
A4	f_2_7_2	Experimentalgruppe	64	2,94	0,889	0,028	Die Strukturierung der Aufgabe stufe ich als verständlich ein.
		Kontrollgruppe	55	3,27	0,732		
	f_2_7_3	Experimentalgruppe	65	2,55	0,985	0,001	Die Aufgabe bietet mir Hilfemöglichkeiten zum Finden einer Lösung.
		Kontrollgruppe	55	3,11	0,737		
	f_2_7_5	Experimentalgruppe	65	2,94	0,747	0,013	Die Aufgabe hilft mir, Aspekte der Vorlesung besser zu verstehen.
		Kontrollgruppe	56	3,29	0,756		
	f_2_7_6	Experimentalgruppe	65	2,92	0,797	0,000	Die Ergebnisse der Aufgabe helfen mir, Aspekte der Aufgabe besser zu verstehen.
		Kontrollgruppe	56	3,41	0,626		
	f_2_7_8	Experimentalgruppe	65	2,91	0,931	0,029	Die Darstellung der Aufgabe ist für mich verständlich.
		Kontrollgruppe	56	3,25	0,745		
A5	f_3_3_2	Experimentalgruppe	73	3,67	0,554	0,002	Die Strukturierung der Aufgabe stufe ich als verständlich ein.
		Kontrollgruppe	53	3,32	0,673		
	f_3_3_4	Experimentalgruppe	73	3,10	0,819	0,011	Das Verfahren hat mein Interesse an diesem Thema verstärkt.
		Kontrollgruppe	52	2,73	0,717		
	f_3_3_7	Experimentalgruppe	72	3,39	0,761	0,001	Ich habe durch die Aufgabe einen zusätzlichen Nutzen in der Vorlesung.
		Kontrollgruppe	53	2,91	0,741		
	f_3_3_10	Experimentalgruppe	73	3,52	0,669	0,005	Den Aufgabentyp werde ich in Zukunft sicher bearbeiten können.
		Kontrollgruppe	52	3,15	0,751		
A6	f_3_4_4	Experimentalgruppe	65	2,95	0,891	0,039	Das Verfahren hat mein Interesse an diesem Thema verstärkt.
		Kontrollgruppe	50	2,64	0,663		
	f_3_4_7	Experimentalgruppe	64	3,25	0,816	0,100	Ich habe durch die Aufgabe einen zusätzlichen Nutzen in der Vorlesung.
		Kontrollgruppe	51	2,86	0,749		
	f_3_6_8	Experimentalgruppe	66	2,91	0,673	0,160	Die Aufgabe motiviert mich zu einer Beschäftigung mit den Vorlesungsinhalten.
		Kontrollgruppe	50	2,60	0,670		

Tabelle 53: Ergebnisse des t-Tests zu den Bewertungs-Items in "Einführung in die BWL"

Grundlegend wird an den Bewertungsfragen deutlich, dass die Treatments in den jeweiligen Untersuchungsgruppen positiv wahrgenommen werden.

In der ersten Sitzung (Fallbeispiel zur Rechtsformwahl) zeigt sich eine hohe Zustimmung dafür, dass die Aufgabe ein anspruchsvolles Thema beinhaltet und dass die Fragestellung der Aufgabe verstanden wurde. In der Kontrollgruppe wird das Thema geringfügig als anspruchsvoller bewertet, an dieser Stelle kann vermutet werden, dass die Instruktionen und die eigenständige Navigation innerhalb des digitalen Lernobjektes dazu führen, dass das Thema als eingängiger und leichter zu verstehen bewertet wird. In der Analyse der Konstrukte wurde eine signifikant höhere Motivation im ersten digitalen Lernobjekt in der Experimentalgruppe festgestellt. Durch die selektive Prüfung des Items (*Die Aufgabe motiviert mich zu einer Beschäftigung mit den Vorlesungsinhalten*) konnte jedoch kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen festgestellt werden.

In der zweiten Sitzung wurden erneut zwei Fallbeispiele zum Modell von Ansoff (2007) und zum Modell von Porter (1980) durchgeführt. Aus der Analyse der Konstrukte (vgl. Tabelle 51) lässt sich schließen, dass im ersten Treatment eine signifikant höhere Motivation in der Experimentalgruppe vorliegt. Die Ergebnisse der Bewertungs-Items ergeben, dass das Treatment in beiden Untersuchungsgruppen als thematisch anspruchsvoll beurteilt wird. Zusätzlich werden auch die Ergebnisse der Aufgaben als unterstützend wahrgenommen, was in der Kontrollgruppe eine etwas höhere Zustimmung findet. In dieser Durchführung kann vermutet werden, dass ein anspruchsvolles Thema und verständliche Bearbeitungsergebnisse zu einer hohen Motivation der Probanden in beiden Gruppen führen. In der zweiten Aufgabe in dieser Sitzung zeigen sich in der Auswertung zu den Konstrukten keine signifikanten Unterschiede. Ergänzend bestätigen jedoch die Ergebnisse aus den Bewertungs-Items die Annahmen aus der ersten Aufgabe der Sitzung. So kann in beiden Untersuchungsgruppen eine hohe Zustimmung identifiziert werden, dass die Aufgabe zum Verständnis des Themas beiträgt. Ergänzend tragen auch die Ergebnisse der Aufgaben dazu bei, dass Aspekte der Vorlesung besser verstanden werden.

In der dritten Sitzung findet durch den Einsatz interaktiver Tabellen ein Wechsel des Aufgabenformates statt. Die Aufgaben beinhalten jeweils eine Problemstellung zum Themenfeld der linearen und degressiven Abschreibung. In Bezug auf die Analyse der Konstrukte zeigt sich in beiden Aufgaben eine signifikant höhere Motivation und in der zweiten Aufgabe eine signifikant höhere Konzentration in der Experimentalgruppe. In den Ergebnissen der Bewertungs-Items wird durch das Item (*Das Verfahren hat mein Interesse an diesem Thema verstärkt*) eine höhere Zustimmung in beiden Teilaufgaben bei der Experimentalgruppe deutlich. Ergänzend wird auch in der zweiten Aufgabe der motivationale Einfluss der Aufgabe durch die Experimentalgruppe höher bewertet. Besonders auffällig ist zudem, dass das Nutzen-Item (*Ich habe durch die Aufgabe einen zusätzlichen Nutzen in der Vorlesung*) in beiden Aufgaben durch die Experimentalgruppe eine deutlich höhere Zustimmung erfahren hat. Das Aufgabenformat *interaktive Tabelle* zeichnet sich dadurch aus, dass die Studierenden ein unmittelbares Feedback erhalten. Für die Experimentalgruppe wurde deswegen das Item (*Das Feedback der Aufgabe hilft mir, die Inhalte besser zu verstehen*) für beide Aufgaben durch relative Häufigkeiten ausgewertet:

Kapitel 7: Konzept einer empirischen Untersuchung und erste Ergebnisse

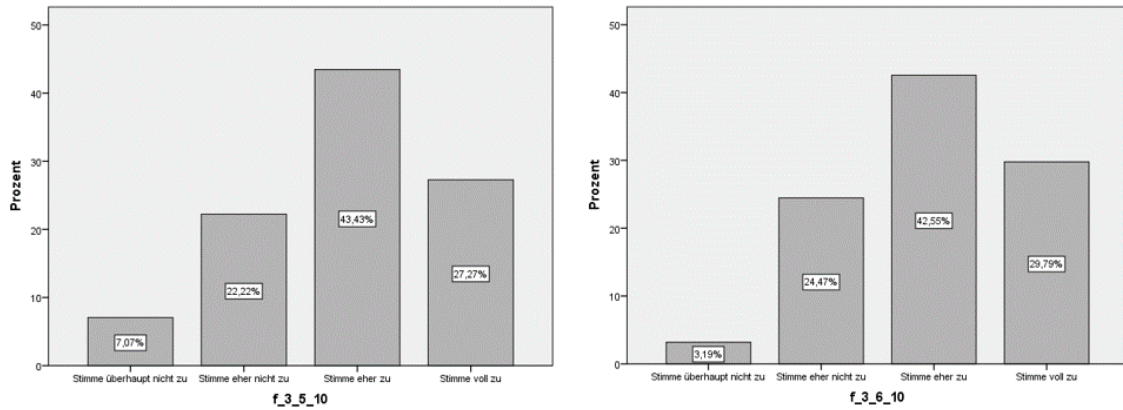


Abbildung 53: Beurteilung der der Unterstützung durch das Feedback in Sitzung 3 in "Einführung in die BWL"

Ergänzend kann dieser Auswertung entnommen werden, dass das unmittelbare Feedback ein Grund für den hohen Nutzen des Aufgabenformates der interaktiven Tabelle darstellen kann. Unterstützend ergibt eine Korrelationsanalyse, dass zwischen den Items zum Nutzen und dem Item zum Feedback des digitalen Lernobjektes in der zweiten Aufgabe ein positiv gerichteter Zusammenhang existiert (.768). In diesem Kontext wird vermutet, dass durch das Feedback ein positiver Einfluss auf den wahrgenommenen Nutzen besteht.

		Feedback_A5	Feedback_A6	Nutzen_A5	Nutzen_A6
Feedback_A5	Korrelation nach Pearson	1	,768**	,237*	0,184
	Signifikanz (2-seitig)		0,000	0,026	0,070
	N	99	93	88	98
Feedback_A6	Korrelation nach Pearson	,768**	1	,263*	0,115
	Signifikanz (2-seitig)	0,000		0,014	0,272
	N	93	94	86	93
Nutzen_A5	Korrelation nach Pearson	,237*	,263*	1	,742**
	Signifikanz (2-seitig)	0,026	0,014		0,000
	N	88	86	89	88
Nutzen_A6	Korrelation nach Pearson	0,184	0,115	,742**	1
	Signifikanz (2-seitig)	0,070	0,272	0,000	
	N	98	93	88	100
**. Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.					
*. Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.					

Tabelle 54: Korrelationsanalyse in Sitzung 3 zwischen der Nutzung und dem Feedback des digitalen Lernobjektes

In der Vorlesung "Ökonomie" wurde ebenfalls ein t-Test zur Auswertung signifikanter Zusammenhänge in den Untersuchungsgruppen durchgeführt. Im Mittelpunkt steht die Frage, mit welchen Aufgabenmerkmalen die signifikant höhere Motivation der Experimentalgruppe in allen Sitzungen und die signifikant höhere kognitive Aktivierung in der Experimentalgruppe in Sitzung 2 (vgl. Tabelle 51) erklärt werden können. Die nachfolgenden Ergebnisse beziehen sich auf alle Probanden, die an den jeweiligen Sitzungen teilgenommen haben.

Kapitel 7: Konzept einer empirischen Untersuchung und erste Ergebnisse

	Gruppe	N	Mittelwert	Standardabweichung	sig.	Thema	
A1	f_1_6_10	Experimentalgruppe	62	2,87	0,820	0,045	Den Aufgabentyp werde ich in Zukunft sicher bearbeiten können.
		Kontrollgruppe	67	2,58	0,801		
A2	f_1_4_9	Experimentalgruppe	61	2,26	0,911	0,001	Zur Bearbeitung Vorwissen angewendet
		Kontrollgruppe	61	1,74	0,854		
	f_1_4_12	Experimentalgruppe	61	2,79	0,839	0,037	Ich konnte mein Wissen in Bezug auf das Thema der Vorlesung festigen.
		Kontrollgruppe	61	2,48	0,788		
	f_1_7_2	Experimentalgruppe	61	3,15	0,792	0,014	Die Strukturierung der Aufgabe stufe ich als verständlich ein.
		Kontrollgruppe	64	2,81	0,710		
A3	f_2_3_3	Experimentalgruppe	43	3,16	0,652	0,043	Die Aufgabe beinhaltet eine anspruchsvolle Problemstellung.
		Kontrollgruppe	53	2,87	0,735		
A4	f_2_7_4	Experimentalgruppe	36	2,81	1,037	0,036	Das Verfahren hat mein Interesse an diesem Thema verstärkt.
		Kontrollgruppe	53	2,34	0,999		
	f_2_4_1	Experimentalgruppe	42	3,33	0,650	0,048	Das Thema empfinde ich als anspruchsvoll.
		Kontrollgruppe	50	3,06	0,652		
	f_2_4_3	Experimentalgruppe	42	3,29	0,742	0,002	Die Aufgabe beinhaltet eine anspruchsvolle Problemstellung.
		Kontrollgruppe	49	2,80	0,735		
A5	f_3_3_1	Experimentalgruppe	38	2,92	0,882	0,007	Das Thema empfinde ich als anspruchsvoll.
		Kontrollgruppe	41	3,41	0,706		
	f_3_3_8	Experimentalgruppe	40	2,83	0,813	0,005	Die Aufgabe motiviert mich zu einer Beschäftigung mit den Vorlesungsinhalten.
		Kontrollgruppe	41	3,29	0,642		
	f_3_3_9	Experimentalgruppe	39	2,69	0,893	0,001	Die Aufgabe stellt einen Bezug zu meiner Lebenswelt dar.
		Kontrollgruppe	41	3,29	0,680		
A6	f_3_4_3	Experimentalgruppe	34	2,59	0,783	0,006	Die Aufgabe beinhaltet eine anspruchsvolle Problemstellung.
		Kontrollgruppe	38	3,05	0,567		
	f_3_4_9	Experimentalgruppe	33	2,82	0,950	0,041	Die Aufgabe stellt einen Bezug zu meiner Lebenswelt dar.
		Kontrollgruppe	38	3,21	0,622		

Tabelle 55: Ergebnisse des t-Tests zu den Bewertungs-Items in "Ökonomie im Unternehmen I"

Basierend auf den Ergebnissen zum Konstrukt der Motivation konnte in der Experimentalgruppe in allen Untersuchungssitzungen eine signifikant höhere Motivation in der Experimentalgruppe nachgewiesen werden. Die Ergebnisse der Bewertungs-Items lassen darauf schließen, dass signifikante Unterschiede in den Bereichen existieren, in denen durch die Experimentalgruppe Elemente (Problemstellung, Thema etc.) der digitalen Lernobjekte als anspruchsvoller eingestuft werden. Zusätzliche Erklärungsansätze für eine höhere Motivation in der Experimentalgruppe zeigen sich durch das Verfahren (Aufgabe 4) und durch den Lebensweltbezug (Aufgabe 5, Aufgabe 6). Eine unmittelbare Bestätigung über das Motivations-Item (*Die Aufgabe motiviert mich zu einer Beschäftigung mit den Vorlesungsinhalten*) kann im Vergleich zur Vorlesung "Einführung in die BWL" jedoch nicht abgeleitet werden.

In den Ergebnissen zum Konstrukt der kognitiven Aktivierung konnte in der zweiten Sitzung (Aufgabe 4) eine signifikante höhere kognitive Aktivierung in der Experimentalgruppe nachgewiesen werden. In den Rating-Items nach Hugener (2007) stellen eine anspruchsvolle Aufgaben- und Problemstellung eine Grundbedingung der kognitiven Aktivierung dar. Durch die Bewertungs-Items wird deutlich, dass insbesondere diese Items (Thema und Aufgabenstellung) eine signifikant höhere Zustimmung in der Experimentalgruppe finden. Da es sich bei diesem Lernobjekt um eine interaktive Marktsimulation handelt, wurde weitergehend geprüft, ob durch das Feedback-Item (*Das Feedback*

der Aufgabe hilft mir, die Inhalte besser zu verstehen) signifikant korrelative Zusammenhänge innerhalb der Experimentalgruppe existieren.

		Die Aufgabe bietet mir Hilfemöglichkeiten zum Finden einer Lösung.	Das Verfahren hat mein Interesse an diesem Thema verstärkt.	Die Aufgabe hilft mir, Aspekte der Vorlesung besser zu verstehen.
Feedback der Aufgabe	Korrelation nach Pearson	,685**	,700**	,726**
	Signifikanz (2-seitig)	0,000	0,000	0,000
	N	32	33	34
**. Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.				
*. Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.				

Tabelle 56: Signifikant korrelative Zusammenhänge mit dem Feedback-Item in "Ökonomie im Unternehmen I"

Unter Berücksichtigung der geringen Stichprobe lassen sich in der Experimentalgruppe signifikant korrelative Zusammenhänge zwischen dem Feedback und der Unterstützungsfunktion des digitalen Lernobjektes ableiten. In diesem Zusammenhang müssen vertiefende Analysen mit einer größeren Stichprobe auswerten, ob durch die Interaktionen in der Marktsimulation kognitive Konflikte auftreten, die zu einer Umstrukturierung von Wissensstrukturen führen.

Zusammenfassend kann durch die Auswertung der signifikanten Unterschiede in der Vorlesung "Einführung in die BWL" dargelegt werden, dass beide Untersuchungsgruppen ein vergleichbar anspruchsvolles Treatment erfahren haben. Das Niveau der jeweiligen Aufgabe und die Durchführung der Aufgaben stellen mögliche motivationale Faktoren dar. In Bezug auf die dritte Sitzung kann vermutet werden, die positive Wahrnehmung des Aufgabenformates "interaktive Tabelle" durch das unmittelbare Feedback zu begründen ist. Dies zeigt sich insbesondere durch einen hohen Nutzen, eine signifikant höhere Motivation (vgl. Tabelle 51) und in Aufgabe A6 durch eine signifikant höhere Konzentration.

In den Untersuchungsgruppen zur Vorlesung "Ökonomie im Unternehmen I" wurden ein *anspruchsvolles Thema* und eine *problemorientierte Aufgabenstellung* als mögliche Faktoren für eine höhere Motivation in der Experimentalgruppe identifiziert. Innerhalb der Experimentalgruppe zeigen sich positiv signifikante korrelative Zusammenhänge zwischen dem Feedback und den Unterstützungsfunktionen der Aufgabe. Demnach kann vermutet werden, dass das technologisch erzeugte Feedback von den Studierenden als Unterstützung im Lehr-Lernprozess wahrgenommen wird.

7.6.2 Akzeptanz

Zur Messung der Akzeptanz wurden die Eingangsfaktoren der UTAUT (vgl. Kap. 7.2.4) genutzt, um die Effekte auf die beabsichtigte Nutzung des Systems zu erfassen. Die Daten zur Akzeptanz wurden in der dritten Sitzung in der Experimentalgruppe erhoben und für die Vorlesungen "Ökonomie im

Unternehmen I" und "Einführung in die BWL" in einer Auswertungsdatei zusammengefasst. Moderierende Variablen im Sinne des UTAUT sind in dieser Untersuchung das Geschlecht und die Zugehörigkeit zu einer der beiden Vorlesungen. Die nachfolgende Analyse der Akzeptanz erfolgt durch einen t-Test, in dem die Teilkonstrukte durch die moderierenden Variablen ausgewertet werden. In einem ersten Analyseschritt wurde über eine Reliabilitätsanalyse die interne Konsistenz der Teilkonstrukte geprüft:

	Cronbachs Alpha	Cronbachs Alpha für standardisierte Items	Anzahl der Items
Nutzen	0,879	0,881	4
Aufwand	0,871	0,871	4
Einstellung	0,874	0,875	4
Sozialer Einfluss	0,816	0,816	4
Unterstützung	0,718	0,720	4
Ängstlichkeit	0,400	0,402	2
Beabsichtigte Nutzung	0,915	0,915	3

Tabelle 57: Reliabilitätsanalyse zur Akzeptanzmessung

Durch die Ergebnisse kann die interne Konsistenz für alle Teilkonstrukte, bis auf das Konstrukt Ängstlichkeit, angenommen werden. Im Originalfragebogen nach Venkatesh et al. (2003) wurden für das Teilkonstrukt "Ängstlichkeit" vier Items verwendet, die aufgrund der zur Verfügung stehenden Zeit in der Untersuchungssitzung auf zwei Items gekürzt wurden (vgl. Tabelle 58). Basierend auf der Reliabilitätsprüfung wurden im nächsten Schritt die Items entsprechend ihrer inhaltlichen Intention gebündelt und eine bivariate Korrelationsprüfung zur Untersuchung der Effekte auf die beabsichtigte Nutzung vorgenommen.

		Geschlecht	Nutzen	Aufwand	Einstellung	Sozialer Einfluss	Unterstützung	Ängstlichkeit
Beabsichtigter Nutzen	Korrelation nach Pearson	0,046	,546**	,496**	,583**	,350**	,375**	-0,097
	Signifikanz (2-seitig)	0,649	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,284
	N	99	122	120	120	109	114	124
**. Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.								
*. Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.								
#. Cronbachs Alpha > 0.05								

Tabelle 59: Analyse des beabsichtigten Nutzens

Ergänzend wurde das Geschlecht als moderierende Variable in die Prüfung mit einbezogen. Basierend auf den Ergebnissen der Korrelationsprüfung wird deutlich, dass zwischen dem Geschlecht und den Teilkonstrukten keine signifikante Korrelation existiert und deswegen nicht von einem Gendereffekt ausgegangen werden kann. Grundsätzlich kann eine signifikante Korrelation zwischen dem beabsichtigten Nutzen und den Teilkonstrukten identifiziert werden:

Kapitel 7: Konzept einer empirischen Untersuchung und erste Ergebnisse

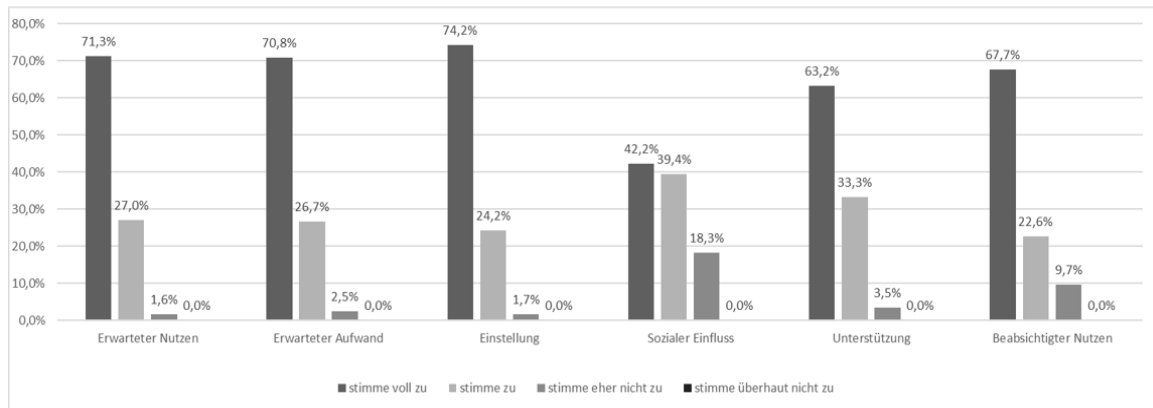


Abbildung 54: Auswertung der Akzeptanz

Die Teilkonstrukte (erwarteter Nutzen, erwarteter Aufwand, Einstellungen und Unterstützung) tragen zu einer hohen Akzeptanz bei. Spezifisch zeigt die nachfolgende Auswertung der Einzelitems, dass insbesondere die unmittelbare Integration digitaler Lernobjekte mit einer hohen Akzeptanz verbunden ist.

Item	Frage	Mittelwert
f_3_7_9	Die Nutzung der Aufgaben ist eine gute Idee.	3,43 ⁶⁹
f_3_7_1	Ich finde die Aufgaben in meiner Vorlesung nützlich.	3,36
f_3_7_10	Die Aufgaben machen die Themen der Vorlesung interessanter.	3,31
f_3_7_12	Ich mag es, die Aufgaben in der Vorlesung einzusetzen.	3,25
f_3_7_5	Die Anwendung der Aufgaben ist klar und verständlich.	3,23
	Auslassungen [...]	
f_3_7_25	Menschen, die mich beeinflussen, denken, dass ich die Aufgabe nutzen sollte.	2,55
f_3_7_17	Menschen, die mir wichtig sind, denken, dass ich die Aufgaben nutzen sollte.	2,50
f_3_7_19	Die Universität hat mich allgemein bei der Nutzung der Aufgaben unterstützt.	2,40
f_3_7_15	Ich fühle mich nicht gut bei der Nutzung der Aufgaben.	2,21
f_3_7_13	Die Aufgaben schüchtern mich ein.	1,85

Tabelle 60: Auswahl von Items zum Konstrukt der Akzeptanz

Ausgehend von dieser Tabelle und den Ergebnissen zur den Einflussfaktoren (vgl. Abb. 55) wird deutlich, dass das Teilkonstrukt *Sozialer Einfluss* zu einer Abschwächung der Akzeptanz führt. Unter diesem Gesichtspunkt wurde eine spezifische Auswertung⁷⁰ zu dem Teilkonstrukt vorgenommen:

⁶⁹ Zur Einstufung wurde eine vierstufige Likert-Skala verwendet: 1 (*stimme überhaupt nicht zu*) bis 4 (*stimme voll zu*).

⁷⁰ Hierzu wurden die Items des Teilkonstruktes über relative Häufigkeiten analysiert.

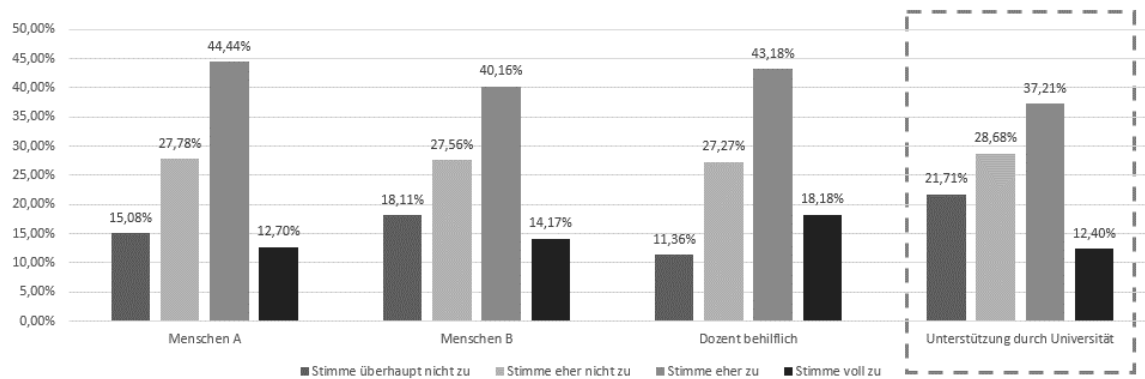


Abbildung 55: Einzelauswertung zur Akzeptanz (sozialer Einfluss)

Aufgrund dieses Ergebnisses stellt sich die Frage, warum die Rolle der Universität einer der Faktoren ist, der am niedrigsten zur Akzeptanz beiträgt. Hier wird das Forschungsdesiderat deutlich, inwiefern die Akzeptanz digitaler Lernobjekte durch gezielte Maßnahmen einer Organisation erhöht werden kann.

Zusammenfassend deuten die Daten auf eine hohe Akzeptanz der technologischen Unterstützung in der Experimentalgruppe hin. Dieses Ergebnis kann hauptsächlich durch die Nutzung der digitalen Lernobjekte erklärt werden. Grundsätzlich können durch die moderierenden Variablen keine signifikanten Zusammenhänge mit der Akzeptanz festgestellt werden. Die Ergebnisse zur Akzeptanz bestätigen abschließend die Ergebnisse der Anforderungsanalyse (vgl. Kap. 6.2.1). Die Studierenden der Vorlesungen präferieren technologische Lehr-Lernangebote und akzeptieren weitergehend digitale Lernobjekte als nützliche Unterstützung im Prozess der Wissensvermittlung.

7.7 Gesamtschätzung der empirischen Untersuchung

Gemessene Schätzung des Untersuchungsansatzes

Durch das implementierte Forschungsdesign und die informatische Entwicklung wurde ein systematischer Ansatz zur Untersuchung digitaler Lernobjekte umgesetzt. Ausgehend von der Operationalisierung verschiedener Konstrukte und der Konzeption fachspezifischer digitaler Lernobjekte wurde das Untersuchungsvorhaben innerhalb von zwei Vorlesungen und über zwei Jahre realisiert.

In Bezug auf die Kritik der unsystematischen Erforschung von Abstimmungssystemen wurden Anforderungen an die empirische Untersuchung in dieser Arbeit definiert (vgl. Kap. 5.4.5). Im Mittelpunkt der Untersuchung stand die Integration digitaler Lernobjekte in die konventionelle Vorlesung und die Analyse der Wirkung und Wirksamkeit durch spezifisch ausgewählte Untersuchungskonstrukte. Gegenstand der Untersuchung war somit die Wissensvermittlung in der konventionellen Vorlesung, die durch eine quasiexperimentelle Felduntersuchung evaluiert wurde.

Für den gesamten Forschungsprozess ist festzuhalten, dass durch den gewählten Untersuchungsansatz und besonders durch die Untersuchung der Gruppen ein *erster Ansatz* zur Analyse digitaler Lernobjekte im Kontext der Wissensvermittlung umgesetzt wurde. Unter diesem Gesichtspunkt grenzt sich die Untersuchung in dieser Arbeit im Vergleich zu den zitierten Forschungsarbeiten durch ein systematisches Vorgehen ab. Hierzu zählt die kritische Überprüfung des entwickelten Forschungsdesigns durch testtheoretische Gütekriterien und die Absicherung der integrierten Testinstrumente. In Bezug auf diesen Forschungsansatz wurden in dieser Arbeit aus empirischer Perspektive folgende zentrale Ergebnisse erarbeitet:

Beurteilung der einzelnen Faktoren der Wirkung digitaler Lernobjekte

Unter Berücksichtigung der Forschungsergebnisse in dieser Arbeit wird davon ausgegangen, dass durch die Integration digitaler Lernobjekte spezifische Effekte im Rahmen der Wissensvermittlung existieren:

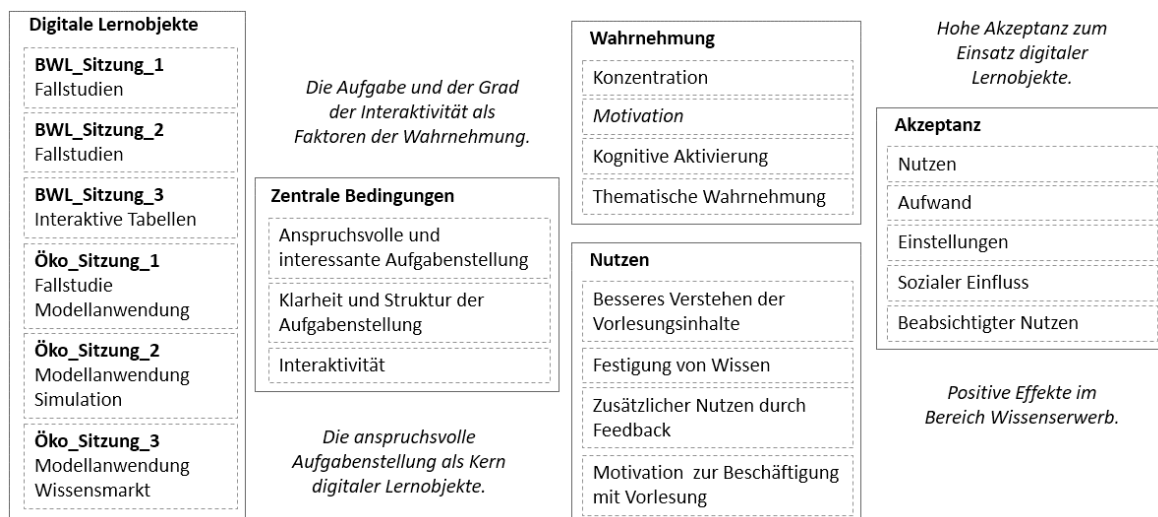


Abbildung 56: Gesamtübersicht über die Wirkung digitaler Lernobjekte

Innerhalb der Untersuchung wurden unterschiedliche methodische Ansätze zur Konzeption der digitalen Lernobjekte gewählt. Grundsätzlich wird deutlich, dass für digitale Lernobjekte dieselben Anforderungen gelten wie für papierbasierte Aufgabenformen. In Bezug auf die Ergebnisse der Beurteilungsfragen (vgl. Kap. 7.6.1) zählen hierzu eine anspruchsvolle und problemorientierte Aufgabenstellung und eine für den Lernenden nachvollziehbare Struktur der Aufgabenstellung. Damit bestätigen sich auch für digitale Lernobjekte die Kriterien zur Aufgabenqualität (vgl. Tabelle 8).

Insbesondere die umgesetzte Interaktivität stellt für die Studierenden eine zentrale Bedingung für eine aktive Auseinandersetzung mit den Vorlesungsinhalten dar, wodurch das identifizierte Schlüsselkonzept der Interaktivität (vgl. Kap. 3.2) bestätigt wird. Weitergehend scheint sich die Nutzung von digitalen Lernobjekten positiv auf die Motivation der Studierenden auszuwirken. Mit 10 von 12

digitalen Lernobjekten wurde eine signifikant höhere Motivation in der Experimentalgruppe erreicht. Dagegen konnte bei der kognitiven Aktivierung und der Konzentration ein signifikanter Zusammenhang mit spezifischen Aufgabenformaten hergestellt werden. Eine signifikant höhere kognitive Aktivierung in der Experimentalgruppe konnte durch die Marktsimulation *Handel mit Optionen* nachgewiesen werden, während eine signifikant höhere Konzentration durch das Aufgabenformat *Interaktive Tabelle* dargelegt wurde. In der thematischen Wahrnehmung zeigen sich marginale Hinweise, dass positive Effekte durch den Einsatz digitaler Lernobjekte existieren.

Werden diese Wirkungsfaktoren und der implementierte didaktische Ansatz zusammen betrachtet, dann stellt sich die Frage nach dem konkreten *Nutzen digitaler Lernobjekte* innerhalb der konventionellen Vorlesung. Unter Berücksichtigung spezifischer Aufgaben- und Lernermerkmale führen digitale Lernobjekte zu einem besseren Verständnis von Vorlesungsinhalten, ermöglichen unmittelbare Anwendungsbezüge, berücksichtigen eine Aktivierung und Interaktionen der Lernenden und führen letztendlich zu einer Festigung des vermittelten Wissens. Eine Gesamtauswertung der Beurteilungsfragen (vgl. Kap 7.5.6) und zur Motivation (vgl. Kap 7.5.3) deutet darauf hin, dass der Einsatz digitaler Lernobjekte zu einer verstärkten Auseinandersetzung mit den Vorlesungsinhalten führt. Weitergehend konnte aus technologischer Perspektive festgestellt werden, dass die implementierte Interaktivität und das damit zusammenhängende Feedback als zusätzlicher Nutzen von den Studierenden im Lernprozess wahrgenommen wurde.

Vergleich mit anderen empirischen Untersuchungen – Instruktionsmedien

Um einen Vergleich mit ähnlichen Forschungsansätzen zu ermöglichen, wurden im Kap. 3.2 empirische Untersuchungen zur technologischen Unterstützung von Lehr-/Lernprozessen erörtert. Diese Studien zeichnen sich dadurch aus, dass in den meisten Studien unspezifische Hypothesen untersucht wurden und ein direkter Vergleich von Effekten aufgrund fehlender statistischer Informationen (Goetze et al. 2014) nicht möglich ist.

Im Vergleich mit älteren Studien (Fletcher & Atkinson 1972; Gage & Berliner 1986; Jamison, Suppes & Wells 1974) wird deutlich, dass ebenfalls ein positiver motivationaler und leistungsbezogener Effekt festgestellt werden konnte. Kulik et al. (1979) und Kulik & Kulik (1991) stellten eine längerfristige höhere Aufmerksamkeitsleistung fest, die in dieser Arbeit durch das Konstrukt der Konzentration nicht bestätigt werden konnte. Durch die Analysen zum Wissenserwerb konnten die Ergebnisse zur Lernwirksamkeit von technologisch unterstützen Instruktionen (Brophy & Good 1986; Cook et al. 2012, 317; Hake 1998) und zur Wahrnehmung von Interaktivität (Palloff & Pratt, 2002; Sun & Hsu, 2012; Northrup et al. 2002; Borsook & Higginbotham-Wheat 1991) bestätigt werden.

Beispielsweise konnte bei der Marktsimulation *Handel mit Optionen* nachgewiesen werden, dass ein hoch-interaktives Lernobjekt zu einer erhöhten Wahrnehmung von Interaktivität führt.

Vergleich mit anderen empirischen Untersuchungen – Abstimmungssysteme

In Kap. 5.4 wurden weitergehend empirische Untersuchungen zu Abstimmungssystemen erörtert. Im Bereich der *Wahrnehmung* zeigte sich, dass die befragten Studierenden (vgl. Kap. 5.4.2) den Einsatz von Abstimmungssystemen mehrheitlich befürworten, aber den Effekt auf die Lernleistung mit zunehmender Einsatzdauer geringer einschätzen. Ausgehend von diesen Ergebnissen wurden in dieser Untersuchung ebenfalls eine positive Wahrnehmung und eine hohe Akzeptanz der technologischen Unterstützung nachgewiesen. In einem Anschlussprojekt wäre zu hinterfragen, wie sich im weiteren Verlauf des Studiums die Wahrnehmung und Akzeptanz der digitalen Lernobjekte entwickelt. Ergänzend wurde im Bereich der Wahrnehmung von Abstimmungssystemen herausgefunden, dass diese zu einem gesteigerten thematischen Interesse und einer höheren Aktivierung führen (Van Dijk et al. 2001, Caldwell 2007). Durch die zitierten Untersuchungen zu Abstimmungssystemen konnten jedoch keine Faktoren identifiziert werden, warum diese Effekte existieren. In diesem Fall besteht die Notwendigkeit qualitativer Studien. Analysen in dieser Arbeit zeigen, dass motivationale Effekte, ein hoher Grad von Interaktivität und der empfundene Nutzen relevante Faktoren für die Wahrnehmung digitaler Lehr-/Lernprozesse darstellen. Der von Burnstein und Lerman (2001, 8) identifizierte Zusammenhang zwischen Anwesenheit und Leistungsbewertung durch das Abstimmungssystem wurde nicht vertiefend betrachtet, weil dadurch die konventionelle Vorlesung grundlegend verändert worden wäre. Caldwell (2007) konnte einen positiven Zusammenhang zwischen interaktiven Methoden und den Teilnehmerzahlen nachweisen. In den implementierten Untersuchungsgruppen konnte kein Effekt auf die Anwesenheit der Studierenden durch den Einsatz digitaler Lernobjekte festgestellt werden.

Einfluss auf den Wissenserwerb

Untersuchungen zum Wissenserwerb durch Abstimmungssysteme werden aufgrund einer fehlenden instrumentellen Reliabilität der eingesetzten Testinstrumente umfassend kritisiert. Dies zeigt sich auch in den Meta-Studien zu Abstimmungssystemen, in denen teilweise zum Wissenserwerb oder vergleichbaren Konstrukten ein *positiver* (Knight & Wood 2005; Kay & LeSage 2009; Mangold 2008; Tlhoale et al. 2014) oder *kein* (Kim et al. 2014) signifikanter Einfluss auf das Prüfungsergebnis festgestellt. In dieser Arbeit konnte für die Untersuchungsgruppen in der Vorlesung "Einführung in BWL" ein positiver Effekt im Konstrukt Wissenserwerb festgestellt werden. Werden jedoch, wie in

der untersuchten Vorlesung "Ökonomie im Unternehmen I", die Stichproben zu gering, dann können unter Berücksichtigung dynamischer Anwesenheitszahlen ebenfalls keine signifikanten Aussagen zum Wissenserwerb abgeleitet werden.

8 Zusammenfassung

Zusammenfassung des Forschungsprozesses

Ausgehend von der Kritik an der Wissensvermittlung in der konventionellen Vorlesung wurde der Nutzen digitaler Lernobjekte aus theoretischer Perspektive begründet und die Integration in den Lernprozess aus informatischer und empirischer Perspektive erörtert. Zur Umsetzung dieses Vorhabens wurde ein *triangulärer Forschungsansatz* gewählt, durch den eine systematische Entwicklung und Evaluation der digitalen Lernobjekte ermöglicht wurde.

Dazu wurde in der ersten Forschungsphase (*Phase A: Didaktische Konzeption*) der Untersuchungsgegenstand der konventionellen Vorlesung aus theoretischer Perspektive terminologisch spezifiziert. Im Mittelpunkt der konventionellen Vorlesung wurde die Funktion der Wissensvermittlung aus lerntheoretischer Perspektive genauer bestimmt und durch die theoretischen Konzepte und empirischen Erkenntnisse zu instruktionalen Lernprozessen detailliert betrachtet. Basierend auf diesem Analyseschritt wurde das Schlüsselkonzept der Interaktivität als eine Möglichkeit der Verbesserung der Wissensvermittlung in der konventionellen Vorlesung identifiziert. In Bezug auf diesen Lösungsansatz wurden aus technologischer Perspektive die Anforderungen an die Nutzung von Interaktivität in Lehr-Lernprozessen erörtert. Ausgehend von einer Einordnung in das Forschungsfeld des Mobile Learning, der Unterscheidung von Aufgabenformaten und der systematischen Betrachtung interaktiver und feedback-gestützter Lernprozesse wurden digitale Lernobjekte als Lösungsansatz erarbeitet.

Im Vergleich dazu wurde aus empirischer Perspektive betrachtet, welche Art technologischer Unterstützung bisher in Forschungsarbeiten untersucht wurde. Unter diesem Gesichtspunkt wurden empirische Ergebnisse zu Abstimmungssystemen zitiert. Abschließend wurden die Ergebnisse der ersten Forschungsphase in einem fachdidaktischen Rahmenmodell zusammengeführt, das gleichzeitig die Grundlage für die nachfolgende Forschungsphase bildete.

In der zweiten Forschungsphase (*Phase B: Informatische Entwicklung*) wurde im ersten Schritt eine Anforderungsanalyse zur technologischen Unterstützung der Wissensvermittlung in Vorlesungen durchgeführt. Basierend auf den identifizierten funktionalen und nichtfunktionalen Anforderungen wurde ein informatisches System zur Erstellung digitaler Lernobjekte und zur Bereitstellung in Lernprozessen implementiert. Die Notwendigkeit der informatischen Entwicklung bestand zum einen darin, dass existierende Plattformen keine Möglichkeit zur eigenständigen Konstruktion und unmit-

telbaren Bereitstellung digitaler Lernobjekte ermöglichten. Gleichzeitig trägt die informatische Entwicklung dahingehend zu einem systematischen Forschungsvorgehen bei, weil auch die technologischen Forschungswerkzeuge bis ins Detail erarbeitet wurden.

Im Mittelpunkt dieser Entwicklung steht eine Anzahl von Software-Komponenten, die eine Bereitstellung und Auswertung unmittelbar im Lernprozess ermöglichen. Diesbezüglich wurde basierend auf einer XML-Struktur ein komponentenbasiertes Konzept (vgl. Kap. 6.3.3.2) für digitale Lernobjekte entwickelt. Im Mittelpunkt der informatischen Entwicklung steht der XML-Interpreter (vgl. Kap. 6.3.4.2), durch den die XML-Struktur in ein webbasiertes ausführbares digitales Lernobjekt umgewandelt wird. Aus der Perspektive der Anwender wurden weitergehend eine Plattform zur Erstellung und Verwaltung digitaler Lernobjekte, eine App für ein Präsentationsprogramm und eine App zur Bereitstellung auf Smartphones entwickelt. Durch die informatische Entwicklung und die didaktische Konzeption aus der ersten Phase wurde somit die Grundlage für die nachfolgende empirische Untersuchung gebildet.

In der letzten Forschungsphase (*Phase C: Empirische Untersuchung*) wurde der Frage nach der Wirkung und Wirksamkeit digitaler Lernobjekte auf die Wissensvermittlung in der konventionellen Vorlesung nachgegangen. Im Mittelpunkt dieser Phase stand die Evaluation eines prototypischen Forschungskonzeptes zur Analyse digitaler Lernobjekte in der konventionellen Vorlesung. Ausgehend von den Ansätzen der empirischen Unterrichtsforschung wurde eine quasiexperimentelle Felduntersuchung in zwei wirtschaftswissenschaftlichen Vorlesungen über zwei Semester durchgeführt. Basierend auf einer systematischen Darstellung des Forschungsvorhabens wurden Untersuchungskonstrukte erarbeitet, um diese zur Analyse der Wirkung digitaler Lernobjekte in der begleitenden Forschung einzusetzen. Ausgehend von der Analyse der Zusammensetzung der Untersuchungsgruppen bildeten Untersuchungen zum Wissenserwerb den Ausgangspunkt der empirischen Studie. Ergänzend wurden Analysen zur Konzentration, Motivation, kognitiven Aktivierung, thematischen Wahrnehmung vorgenommen und die Ergebnisse in einer Gesamtübersicht zusammengefasst (vgl. Tabelle 51). Zur Beurteilung der digitalen Lernobjekte wurden zudem Fragen zur Einschätzung der digitalen Lernobjekte und zur Akzeptanz des technologischen Einsatzes ausgewertet. Anhand der identifizierten Effekte wurden abschließend Vergleiche mit empirischen Untersuchungen durchgeführt.

Abschließende Beurteilung der Forschungsfragen

Im Mittelpunkt der Kritik an der konventionellen Vorlesung standen die Vermittlung von Wissen ohne Anwendungsbezug, das Fehlen von Informationen über die Effizienz der Wissensvermittlung und fehlende Aktivierung und Partizipationsmöglichkeiten (vgl. Kap. 4). In diesem Zusammenhang

muss abschließend der Frage nachgegangen werden, ob die Wissensvermittlung durch die Integration digitaler Lernobjekte entscheidend verändert wurde. Durch das Rahmenmodell zur Nutzung digitaler Lernobjekte in Vorlesungen (vgl. Abb. 11) wurden umfassende Anforderungen und Lösungsansätze aufgrund von informatischen und lerntheoretischen Perspektiven dargestellt. Im ersten Ansatz konnte diese Fragestellung durch einen Abgleich zwischen dem Ist-Zustand der Vorlesung und der Kritik der Lernpsychologie (vgl. Kap. 5.5) erfolgen. Basierend auf den empirischen Ergebnissen zur Wahrnehmung konnte nachgewiesen werden, dass die Motivation der Studierenden und der empfundene Nutzen Anzeichen für eine höhere Qualität der Wissensvermittlung darstellen. Schon in der Konzeptionsphase der digitalen Lernobjekte wurden Aufgabenformate integriert, die eine hohe Aktivierung und einen Anwendungsbezug der Studierenden berücksichtigen. Insbesondere wurden durch die Studierenden innerhalb der digitalen Lernobjekte fachspezifische Methoden, z. B. Fallbeispiele, Simulation und Modellanwendung, in konkreten, möglichst authentischen Problemsituationen angewendet.

Werden die Ergebnisse dieser Forschungsarbeit zusammenfassend betrachtet, dann wird angenommen, dass durch den Einsatz digitaler Lernobjekte in der konventionellen Vorlesung ein *Shift from Teaching to Learning* erreicht werden kann. Die empirische Untersuchung zeigt, dass positive Wirkungsfaktoren immer im Kontext der Teilgruppen und in Bezug auf die Merkmale des digitalen Lernobjektes interpretiert werden müssen.

9 Fazit und offene Fragen

Die Ergebnisse dieser Forschungsarbeit lassen darauf schließen, dass durch den Einsatz digitaler Lernobjekte eine Verbesserung der Wissensvermittlung nachweislich ermöglicht wurde. Durch die gezielte Integration didaktischer Interventionen bleibt die Grundstruktur der konventionellen Vorlesung erhalten, gleichzeitig werden die erörterten lernpsychologischen Anforderungen zur Gestaltung moderner Lehr-Lernprozesse umfassend berücksichtigt.

Im Rahmen der empirischen Untersuchung konnte durch die Analyse spezifischer Konstrukte nachgewiesen werden, dass teilweise signifikante positive Effekte durch die Integration digitaler Lernobjekte existieren. Basierend auf dieser Forschungsarbeit können Ansätze abgeleitet werden, um bestehende Forschungsarbeiten in diesem Gebiet zu bewerten und weitergehende Untersuchungsansätze zu entwickeln. Grundlegend sollten Forschungsarbeiten im Bereich technologisch unterstützter Lehr-Lernprozesse auf einem systematischen empirischen Konzept aufbauen. Im Mittelpunkt dieser Anforderung steht die Berücksichtigung von Teilgruppen und dynamischen Anwesenheitszahlen in Vorlesungen, damit generische Effekte von technologischen Maßnahmen begründet werden können. Weitergehend wurden durch die empirische Analyse spezifische Konstrukte untersucht, die ein kleines Spektrum der Möglichkeiten dessen abbilden, was innerhalb einer Vorlesungssitzung untersucht werden kann. Weiterführende Forschungsvorhaben können sich mit folgenden Fragen auseinandersetzen:

1. Welche weiteren Konstrukte können zur Erklärung der Wirkung und Wirksamkeit digitaler Lernobjekte beitragen?
2. Im Rahmen eines gesamten Studienverlaufes sollte die Nachhaltigkeit der Nutzung digitaler Lernobjekte über einen längeren Zeitraum untersucht werden. Hierzu zählen z. B. Analysen zur längerfristigem Behaltensleistung. Weitergehend stellt sich auch die Frage, ob die hohe Akzeptanz und positive Wahrnehmung der Wissensvermittlung längerfristig existiert.
3. Innerhalb dieser Forschungsarbeit wurden ausschließlich Untersuchungen in wirtschaftswissenschaftlichen Vorlesungen durchgeführt. In einer längerfristigen Studie kann dieser Forschungsprozess an verschiedenen Hochschulen unter Berücksichtigung mehrere Domänen realisiert werden. Ein Schwerpunkt dieser Untersuchung ist die Identifizierung von Aufgabenformaten innerhalb der jeweiligen Domäne. Unter diesem Gesichtspunkt ist zu klären, ob zwischen den Domänen signifikante Unterschiede bei der Nutzung digitaler Lernobjekte existieren.

4. Aus zeitlichen Gründen wurde in dieser Forschungsarbeit hauptsächlich die Perspektive der Studierenden untersucht. Weitere Forschungsarbeiten können die Anforderungen der Lehrenden bei der Nutzung digitaler Lernobjekte vertiefend analysieren.
5. Innerhalb dieser Arbeit wurde aus informatischer Perspektive ein Werkzeug zur Erstellung digitaler Lernobjekte erarbeitet. In diesem Kontext können Forschungsarbeiten der Fragestellung nachgehen, wie der Lehrende bei der Konstruktion von fachspezifischen Aufgabenformaten unterstützt werden kann. Hierzu zählen informatische und didaktische Überlegungen zur Formalisierung von Aufgabeninhalten. Der Lehrende muss in diesem Zusammenhang über Werkzeuge zur eigenständigen und kreativen Konstruktion von digitalen Lernobjekten verfügen.

Basierend auf diesen Forschungsfragen zeigen sich umfassende Möglichkeiten, die Ergebnisse dieser Arbeit aufzugreifen und in weiteren Forschungsprozessen zu nutzen. Die Grundlage für die hohe Adaptierbarkeit des Forschungsansatzes wurde durch die informatische Entwicklung gebildet, die eine Konstruktion und Bereitstellung offener digitaler Lernobjekte ermöglicht. Aus technologischer Perspektive können weitere Forschungsarbeiten auf die informatischen Konzepte zur Bereitstellung und Implementierung von digitalen Lernobjekten zurückgreifen.

Das Ziel weiterer Forschungsansätze muss es sein, fachspezifische digitale Lernobjekte zu entwickeln, die Bedingungen und die Wirkung innerhalb von Lehr-Lernprozessen systematisch zu untersuchen und eine Wiederverwendbarkeit und Adaptierbarkeit zu ermöglichen.

10 Literatur

Abraham, U. & Müller, A. (2009). Aus Leistungsaufgaben lernen. *Praxis Deutsch*, 214(1), 4-12.

Aceti, V. (2012). Perceptions of the effects of clicker technology on student learning and engagement: a study of freshmen Chemistry students. *Research in Learning Technology*, 20(2).

Adair, J. G. (1984). The Hawthorne effect: A reconsideration of the methodological artifact. *Journal of applied psychology*, 69(2), 334.

Adey, P., & Shayer, M. (1994). Really raising standards.

Allert, H., Dhraief, H., & Nejdil, W. (2002). How are learning objects used in learning processes. Instructional Roles of Learning Objects in LOM (IEEE LOM draft standard for learning object metadata). ED-MEDIA.

Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., Airasian, P., Cruikshank, K., Mayer, R., Pintrich, P., ... & Wittrock, M. (2001). *A taxonomy for learning, teaching and assessing: A revision of Bloom's taxonomy*. New York: Longman Publishing.

Artz, AF, & Armour-Thomas, E.(1992). Development of a cognitive-metacognitive framework for protocol analysis of mathematical problem solving in small groups. *Cognition and Instruction*, 9(2), 137-175.

Ansoff, H. I. (1965). *Strategic Management*. Basingstoke: Palgrave Macmillan.

Apel, H. J. (1999). *Die Vorlesung: Einführung in eine akademische Lehrform*. Böhlau Verlag Köln Weimar.

Balzert, H. (1998). *Lehrbuch der Software-Technik: Software-Management, Software-Qualitätssicherung, Unternehmensmodellierung*; Heidelberg, Berlin; Spektrum. Akad. Verl.

Balzert, H. (2012). *Lehrbuch der softwaretechnik: Basiskonzepte und requirements engineering*. Springer-Verlag.

Baumgartner, P. (2014). *Taxonomie von Unterrichtsmethoden: ein Plädoyer für didaktische Vielfalt*. Waxmann Verlag.

Baumgartner, P., Häfele, H., & Maier-Häfele, K. (2002). *E-Learning Standards aus didaktischer Perspektive*.

Baumgartner, P., Häfele, H., & Maier-Häfele, K. (2002). *Evaluierung von Lernmanagement-Systemen: Theorie-Durchführung-Ergebnisse*. Handbuch E-Learning, Hg. von A. Hohenstein und K. Wilbers. Köln: Fachverlag Deutscher Wirtschaftsdienst.

- Beck, E. (1991). Eigenständig lernende Schülerinnen und Schuler--Bericht über ein empirisches Forschungsprojekt Autonomous Learners - An Empirical Research Project. *Zeitschrift für Pädagogik*, 37(5), 735-68.
- Berg, D., & Imhof, M. (2006). *Aufmerksamkeit und Konzentration*.
- Bertsche, B., & Bullinger, H. J. (2007). *Entwicklung und Erprobung innovativer Produkte-Rapid Prototyping*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Bligh, D. A. (1998). *What's the Use of Lectures?*. Intellect books.
- Blömeke, S., Risse, J., Müller, C., Eichler, D., & Schulz, W. (2006). Analyse der Qualität von Aufgaben aus didaktischer und fachlicher Sicht. Ein allgemeines Modell und seine exemplarische Umsetzung im Unterrichtsfach Mathematik. *Unterrichtswissenschaft*, 34(4), 330-357.
- Bloom, B. S. (1971). Mastery learning. *Mastery learning: Theory and practice*, 47-63.
- Borsook, T. K., & Higginbotham-Wheat, N. (1991). Interactivity: What Is It and What Can It Do for Computer-Based Instruction?. *Educational Technology*, 31(10), 11-17.
- Bortz, J. (2005). *Statistik für Human-und Sozialwissenschaftler*. 6., vollst. überarb. und aktualisierte Aufl. Berlin ua.
- Bortz, J., & Döring, N. (2013). *Forschungsmethoden und evaluation*. Springer-Verlag.
- Boyd, R. (2012). *Getting started with OAuth 2.0*. O'Reilly Media, Inc.
- Brinda, T. (2005). *Didaktisches System für objektorientiertes Modellieren im Informatikunterricht der Sekundarstufe II*.
- Brophy, J., & Good, T. (1986). Teacher-effects results. *Handbook of research on teaching*. New York, Macmillan.
- Bruder, R., Büchter, A., & Leuders, T. (2013). Die " gute" Mathematikaufgabe: ein Thema für die Aus- und Weiterbildung von Lehrerinnen und Lehrern. *Universitätsbibliothek Dortmund*.
- Bruder, R., Büchter, A., & Leuders, T. (2013). Die " gute" Mathematikaufgabe: ein Thema für die Aus- und Weiterbildung von Lehrerinnen und Lehrern. *Universitätsbibliothek Dortmund*.
- Burnstein, R. A., & Lederman, L. M. (2001). Using wireless keypads in lecture classes. *The Physics Teacher*, 39(1), 8-11.
- Caldwell, J. E. (2007). Clickers in the Large Classroom: Current Research and Best-practice Tips. *CBE Life Sciences Education*, 6(1), 9-20.

CDWG (2012). Learn Now Lecture Later- Verfügbar unter <http://webobjects.cdw.com/webobjects/media/pdf/Solutions/Classroom-Technology/Learn-Now-Lecture-Later.pdf> [19.08.2017].

Cobb, P., Yackel, E., & Wood, T. (1992). A constructivist alternative to the representational view of mind in mathematics education. *Journal for Research in Mathematics education*, 2-33.

Cook, D. A., Brydges, R., Hamstra, S. J., Zendejas, B., Szostek, J. H., Wang, A. T. & Hatala, R. (2012). Comparative effectiveness of technology-enhanced simulation versus other instructional methods: a systematic review and meta-analysis. *Simulation in Healthcare*, 7(5), 308-320.

Cortina, J. M. (1993). What is coefficient alpha? An examination of theory and applications. *Journal of applied psychology*, 78(1), 98.

de Witt, C. (2013). Vom E-Learning zum Mobile Learning–wie Smartphones und Tablet PCs Lernen und Arbeit verbinden. In *Mobile Learning* (pp. 13-26). Springer Fachmedien Wiesbaden.

Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1985). The general causality orientations scale: Self-determination in personality. *Journal of research in personality*, 19(2), 109-134.

Delano, J., & Shahrazad, A. (2013). Using the Experience API to Track Learning. *American Society for Training and Development*.

Dick, W. (1991). An Instructional Designer's View of Constructivism. *Educational Technology*, 5(31), 41–44.

Dörner, D. (1976). Problemlösen als informationsverarbeitung.

Dörr, G., & Seel, N. M. (2014). Instructional delivery systems and multimedia environments. *Instructional Design. International perspectives*, 2, 145-181.

Dubs, R. (2006). Besser schriftlich prüfen: Prüfungen valide und zuverlässig durchführen.

Dyson, B. J. (2008). Assessing small-scale interventions in large-scale teaching: A general methodology and preliminary data. *Active Learning in Higher Education*, 9(3), 265-282.

Ebner, M. (Ed.). (2011). *Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien*. epubli.

Engelkamp, J., & Zimmer, H. D. (2007). *Lehrbuch der kognitiven Psychologie*.

Euler, D., & Hahn, A. (2007). *Wirtschaftsdidaktik*. Bern.

Fichte, J. G. (1834). *Populärphilosophische Schriften, Vermischte Schriften und Aufsätze (Vol. 10)*. Veit.

- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive–developmental inquiry. *American psychologist*, 34(10), 906.
- Flechsig, K. H., & Gronau-Müller, M. (1996). *Kleines Handbuch didaktischer Modelle*. Neuland, Verlag für Lebendiges Lernen.
- Fletcher, J. D., & Atkinson, R. C. (1972). Evaluation of the Stanford CAI program in initial reading. *Journal of Educational Psychology*, 63(6), 597.
- Fredericksen, E., Pickett, A., Shea, P., Pelz, W., & Swan, K. (2000). Student satisfaction and perceived learning with on-line courses: Principles and examples from the SUNY learning network. *Journal of Asynchronous learning networks*, 4(2), 7-41.
- Freischlad, S. (2009). *Entwicklung und Erprobung des Didaktischen Systems Internetnetworking im Informatikunterricht*. Siegen, Universität Siegen (Dissertation).
- Frohberg, D., Göth, C., & Schwabe, G. (2009). Mobile learning projects—a critical analysis of the state of the art. *Journal of computer assisted learning*, 25(4), 307-331.
- Gage, N. L., Berliner, D. C., & Bach, G. (1986). *Pädagogische Psychologie*. Weinheim: Beltz.
- Gagné, R. M. (1965). *Conditions of learning*.
- Gagné, R. M. (1973). 1: Learning and Instructional Sequence. *Review of research in education*, 1(1), 3-33.
- Gauci, S. A., Dantas, A. M., Williams, D. A., & Kemm, R. E. (2009). Promoting student-centered active learning in lectures with a personal response system. *Advances in Physiology Education*, 33(1), 60-71.
- Geirhos, M. (2015). *Entwurfsmuster: das umfassende Handbuch*. Rheinwerk Verlag.
- Gerbig-Calcagni, I. (2009). Wie aufmerksam sind Studierende in Vorlesungen und wie viel können sie behalten?. Verfügbar unter: <https://hsbwgt.bsz-bw.de/files/47/Gerbig-Calcagni.pdf> [17.08.2017].
- Gerstenmaier, J., & Mandl, H. (1995). Wissenserwerb unter konstruktivistischer Perspektive [The acquisition of knowledge from a constructivist perspective]. *Zeitschrift für Pädagogik*, 41(6), 867-888.

Gerstenmaier, J., & Mandl, H. (1995). Wissenserwerb unter konstruktivistischer Perspektive [The acquisition of knowledge from a constructivist perspective]. *Zeitschrift für Pädagogik*, 41(6), 867-888.

Gerten, M. (Ed.). (2009). Fichte in Erlangen 1805: Beiträge zu den Fichte-Tagungen in Rammenau (19.-21. Mai 2005) und in Erlangen (1.-3. Dezember 2005) (Vol. 34).

Glahn, C. (2013, September). Using the adl experience api for mobile learning, sensing, informing, encouraging, orchestrating. In *Next Generation Mobile Apps, Services and Technologies (NGMAST), 2013 Seventh International Conference on* (pp. 268-273). IEEE.

Gollwitzer, P. M. (1995). Das Rubikonmodell der Handlungsphasen.

Göth, Christoph; Schwabe, Gerhard (2012). Mobiles Lernen. In: Haake, Jörg; Schwabe, Gerhard; Wessner, Martin. *CSCL-Kompodium 2.0. Lehr- und Handbuch zum computerunterstützten, kooperativen Lernen*. München: Oldenbourg Verlag, 283-293.

Götzelt, K. U., & Schertler, M. (2005). Bedarfsorientierte Wissensvermittlung durch Kontextualisierung von Lernobjekten (77-86).

Graffam, B. (2007). Active learning in medical education: strategies for beginning implementation. *Medical teacher*, 29(1), 38-42.

Hager, W. (Ed.). (2000). *Evaluation psychologischer Interventionsmaßnahmen: Standards und Kriterien: ein Handbuch*. Huber.

Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American journal of Physics*, 66(1), 64-74.

Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American journal of Physics*, 66(1), 64-74.

Hasselhorn, M. (1992). Metakognition und Lernen (35-63).

Hasselhorn, M. Gold, A. (2009). Pädagogische Psychologie, Erfolgreiches Lehren und Lernen, Standards Psychologie. In M. Hasselhorn, H. Heuer & F. Rösler (Hrsg.). Stuttgart: W. Kohlhammer Druckerei GmbH + Co. Kg.

Hasselhorn, M., & Gold, A. (2009). *Pädagogische Psychologie: Erfolgreiches Lernen und Lehren*. W. Kohlhammer Verlag.

Hattie, J. (1999). Influences on student learning. Inaugural lecture given on August, 2, 1999.

Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of educational research*, 77(1), 81-112.

Heckhausen, H., & Gollwitzer, P. M. (1987). Thought contents and cognitive functioning in motivational versus volitional states of mind. *Motivation and emotion*, 11(2), 101-120.

Helmke, A. (2007). Was wissen wir über guten Unterricht? Wissenschaftliche Erkenntnisse zur Unterrichtsforschung und Konsequenzen für die Unterrichtsentwicklung. Zugriff am, 2, 2013.

Hinney, G., Huneke, H. W., Müller, A., & Weinhold, S. (2008). Definition und Messung von Rechtsschreibkompetenz. Böhnisch, M.(Hg.): *Didaktik Deutsch Sonderheft*, 107-126.

Hobmair, H. (1996). *Pädagogik*, Köln.

Hochschulrektorenkonferenz (2005). Empfehlung zur Sicherung der Qualität von Studium und Lehre in Bachelor- und Masterstudiengängen. Verfügbar unter <https://www.hrk.de/positionen/beschluss/detail/empfehlung-zur-sicherung-der-qualitaet-von-studium-und-lehre-in-bachelor-und-masterstudiengaengen/> [18.08.2017].

Höffler, T. N., & Leutner, D. (2007). Instructional animation versus static pictures: A meta-analysis. *Learning and instruction*, 17(6), 722-738.

Hoffmann, A. (2010). Ein Sicherheitskonzept für elektronische Prüfungen an Hochschulen auf Basis eines virtuellen, ticketbasierten Dateisystems.

Hörmann, S. (2006). Wiederverwendung von digitalen Lernobjekten in einem auf Aggregation basierenden Autorenprozess (Doctoral dissertation, Technische Universität).

Hugener, I., Pauli, C., & Reusser, K. (2007). Inszenierungsmuster, kognitive Aktivierung und Leistung im Mathematikunterricht. *Professionell Lehren. Erfolgreich Lernen*, 109-122.

Issing, L. J. (1997). *Instruktionsdesign für Multimedia*. na.

Jacobson, M. J., & Spiro, R. J. (1992). Hypertext learning environments and cognitive flexibility: Characteristics promoting the transfer of complex knowledge. In *The International Conference on the Learning Sciences. Proceedings of the 1991 Conference* (240-248).

Jamison, D., Suppes, P., & Wells, S. (1974). The effectiveness of alternative instructional media: A survey. *Review of Educational Research*, 44(1), 1-67.

Janssen, J., & Laatz, W. (2017). Explorative Datenanalyse. In *Statistische Datenanalyse mit SPSS*. Springer Berlin Heidelberg.

Kapp, F., Narciss, S., Körndle, H., & Proske, A. (2011). Interaktive Lernaufgaben als Erfolgsfaktor für E-Learning [Interactive learning questions as a success factor for e-learning]. *Zeitschrift für E-Learning*, 6(1), 21-32.

Kay, R. H., & LeSage, A. (2009). Examining the benefits and challenges of using audience response systems: A review of the literature. *Computers & Education*, 53(3), 819-827.

Kennedy, G. E., & Cutts, Q. I. (2005). The association between students' use of an electronic voting system and their learning outcomes. *Journal of Computer Assisted Learning*, 21(4), 260-268.

Kerres, M., & Preußler, A. (2013). Zum didaktischen Potenzial der Vorlesung: Auslaufmodell oder Zukunftsformat. *Hochschuldidaktik im Zeichen von Heterogenität und Vielfalt: Doppelfestschrift für Peter Baumgartner und Rolf Schulmeister*, 87-97.

Kim, Y., Jeong, S., Ji, Y., Lee, S., Kwon, K. H., & Jeon, J. W. (2015). Smartphone response system using twitter to enable effective interaction and improve engagement in large classrooms. *IEEE Transactions on Education*, 58(2), 98-103.

Klieme, E. (2006). Empirische Unterrichtsforschung: Aktuelle Entwicklungen, theoretische Grundlagen und fachspezifische Befunde. Einführung in den Thementeil. *Zeitschrift für Pädagogik*, 52(6), 765-773.

Klieme, E., & Leutner, D. (2006). Kompetenzmodelle zur Erfassung individueller Lernergebnisse und zur Bilanzierung von Bildungsprozessen. Beschreibung eines neu eingerichteten Schwerpunktprogramms der DFG. *Zeitschrift für Pädagogik*, 52(6), 876-903.

Klieme, E., & Rakoczy, K. (2008). Empirische Unterrichtsforschung und Fachdidaktik. Outcome-orientierte Messung und Prozessqualität des Unterrichts. *Zeitschrift für Pädagogik*, 54(2), 222-237.

Klieme, E., Neubrand, M., & Lüdtke, O. (2001). Mathematische Grundbildung: Testkonzeption und Ergebnisse. In *PISA 2000* (pp. 139-190). VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Klopfer, E., & Squire, K. (2008). Environmental Detectives—the development of an augmented reality platform for environmental simulations. *Educational Technology Research and Development*, 56(2), 203-228.

Knight, J. K., & Wood, W. B. (2005). Teaching more by lecturing less. *Cell biology education*, 4(4), 298-310.

- Knuth, R. A., & Cunningham, D. J. (1993). Tools for constructivism. In *Designing environments for constructive learning* (pp. 163-188). Springer Berlin Heidelberg.
- Köck, P., & Ott, H. (1976). *Wörterbuch für Erziehung und Unterricht: 1800 Begriffe aus d. pädag., psycholog. u. sozialen Bereichen für Pädagogen, Erzieher, Studierende, Eltern u. a.* Auer.
- Koestner, R., & McClelland, D. C. (1990). Perspectives on competence motivation.
- Köller, O. (1998). *Zielorientierungen und schulisches Lernen.* Waxmann Verlag.
- Kollmann, F., & Schuhen, M. (2015). Feedback zum Lernfortschritt der Studierenden während der Vorlesung. *Zeitschrift für Hochschulentwicklung*, 10(2), 19-37.
- Koper, R. (2003). Combining re-usable learning resources and services to pedagogical purposeful units of learning. *Reusing online resources: A sustainable approach to eLearning*, 46-59.
- Kramarski, B., Mevarech, Z. R., & Arami, M. (2002). The effects of metacognitive instruction on solving mathematical authentic tasks. *Educational studies in mathematics*, 49(2), 225-250.
- Krauth, J. (1995). *Testkonstruktion und Testtheorie.* Weinheim: Beltz.
- Kuchen (2017). *Architekturmuster.* Verfügbar unter <http://www.enzyklopaedie-der-wirtschaftsinformatik.de/lexikon/is-management/Systementwicklung/Softwarearchitektur/Architektorentwicklung/architekturmuster> [12.08.2017].
- Kulik, C. L. C., & Kulik, J. A. (1991). Effectiveness of computer-based instruction: An updated analysis. *Computers in human behavior*, 7(1), 75-94.
- Kulik, J. A., Kulik, C. L. C., & Bangert-Drowns, R. L. (1985). Effectiveness of computer-based education in elementary schools. *Computers in Human Behavior*, 1(1), 59-74.
- Kunter, M., Brunner, M., Baumert, J., Klusmann, U., Krauss, S., Blum, W. & Neubrand, M. (2005). Der Mathematikunterricht der PISA-Schülerinnen und-Schüler. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 8(4), 502-520.
- Kyriakides, L., & Creemers, B. P. (2008). Using a multidimensional approach to measure the impact of classroom-level factors upon student achievement: A study testing the validity of the dynamic model. *School effectiveness and school improvement*, 19(2), 183-205.
- Leuders, T., & Holzäpfel, L. (2011). Kognitive Aktivierung im Mathematikunterricht. *Unterrichtswissenschaft*, 39(3), 213-230.

- Leutner, D., & Klauer, K. J. (2012). *Lehren und Lernen. Einführung in die Instruktionspsychologie. Psychologie, 2.*
- Leutner, D., Funke, J., Klieme, E., & Wirth, J. (2005). Problemlösefähigkeit als fächerübergreifende Kompetenz. In *Problemlösekompetenz von Schülerinnen und Schülern* (pp. 11-19). VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Lindauer, T., & Schneider, H. (2007). Lesekompetenz ermitteln: Aufgaben im Unterricht. na.
- Lipowsky, F., Rakoczy, K., Pauli, C., Drollinger-Vetter, B., Klieme, E., & Reusser, K. (2009). Quality of geometry instruction and its short-term impact on students' understanding of the Pythagorean Theorem. *Learning and instruction, 19(6)*, 527-537.
- Lloyd, D. H. (1968, October). A concept of improvement of learning response in the taught lesson. *Visual Education, 23–25.*
- Mager, R. F. (1962). Preparing objectives for programmed instruction.
- Mandl, H. (2010). Lernumgebungen problemorientiert gestalten—Zur Entwicklung einer neuen Lernkultur. Was ist „guter“ Unterricht, 19-38.
- Mandl, H., & Reinmann-Rothmeier, G. (1995). Unterrichten und Lernumgebungen gestalten. Ludwig-Maximilians-Univ., Inst. für Pädag. Psychologie und Empirische Pädag.
- Mandl, H., & Reinmann-Rothmeier, G. (1997). Wenn neue Medien neue Fragen aufwerfen: Ernüchterung und Ermutigung aus der Multimedia-Forschung.
- Mandl, H., & Reinmann-Rothmeier, G. (2006). Unterrichten und Lernumgebungen gestalten. Ludwig-Maximilians-Univ., Inst. für Pädag. Psychologie und Empirische Pädag..
- Mandl, H., Gruber, H., & Renkl, A. (1994). *Lehren und Lernen mit dem Computer.*
- Mangold, T. (2008). *Wissenserwerb in interaktiven Vorlesungen: die interaktiven Vorlesungen im Vergleich zu konventionellen Vorlesungen.* VDM Publishing.
- May, M. (2011). Kompetenzorientiert unterrichten—Anforderungssituationen als didaktisches Zentrum politisch-sozialwissenschaftlichen Unterrichts. *GWP—Gesellschaft. Wirtschaft. Politik, 60(1).*
- Mazur, E. (1997, March). Peer instruction: getting students to think in class. In *AIP Conference Proceedings (Vol. 399, No. 1, pp. 981-988).* AIP.
- McConnell, S. (1996). *Rapid development: taming wild software schedules.* Pearson Education.
- Bortz, J., & Döring, N. (2013). *Forschungsmethoden und evaluation.* Springer-Verlag.

- Merchant, Z., Goetz, E. T., Cifuentes, L., Keeney-Kennicutt, W., & Davis, T. J. (2014). Effectiveness of virtual reality-based instruction on students' learning outcomes in K-12 and higher education: A meta-analysis. *Computers & Education*, 70, 29-40.
- Merrill, M. D. (1999). Instructional transaction theory (ITT): Instructional design based on knowledge objects. *Instructional design theories and models: A new paradigm of instructional theory*, 2, 397-424.
- Merrill, M. D. (2002). First principles of instruction. *Educational technology research and development*, 50(3), 43-59.
- Miller, G. A. (1956). The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information. In: *The Psychological Review*. Band 63, 1956, 81–97.
- Möller, K. (2001). Konstruktivistische Sichtweisen für das Lernen in der Grundschule?. In *Forschungen zu Lehr- und Lernkonzepten für die Grundschule (16-31)*. VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Neven, F., & Duval, E. (2002, December). Reusable learning objects: a survey of LOM-based repositories. In *Proceedings of the tenth ACM international conference on Multimedia (291-294)*. ACM.
- Niedermaier, F. B. (2003). Entwicklung und Bewertung eines Rapid-Prototyping Ansatzes zur multi-modalen Mensch-Maschine-Interaktion im Kraftfahrzeug (Doctoral dissertation, Technische Universität München, Universitätsbibliothek).
- Niegemann, H. M. (1998). *Selbstkontrolliertes Lernen und didaktisches Design*.
- Niegemann, H. M., Domagk, S., Hessel, S., Hein, A., Hupfer, M., & Zobel, A. (2008). *Kompodium multimediales Lernen*. Springer-Verlag.
- Northrup, P., Lee, R., & Burgess, V. (2002). *Learner Perceptions of Online Interaction*.
- O'Malley, C., Vavoula, G., Glew, J. P., Taylor, J., & Sharples, M. (2005). *Guidelines for Learning/Teaching/Tutoring in a Mobile Environment*. Retrieved 7 July, 2009, from http://www.mobilelearn.org/download/results/public_deliverables/MOBlearn_D4.1_Final.pdf
- Oviatt, S. (1999). Ten myths of multimodal interaction. *Communications of the ACM*, 42(11), 74-81.
- Palloff, R. M., & Pratt, K. (2002). *Lessons from the cyberspace classroom: The realities of online teaching*. John Wiley & Sons.
- Patrick, H., Ryan, A. M., & Kaplan, A. (2007). Early adolescents' perceptions of the classroom social environment, motivational beliefs, and engagement. *Journal of educational psychology*, 99(1), 83.

Pawlowski, J. M., & Adelsberger, H. H. (2001). Standardisierung von Lerntechnologien. *Wirtschaftsinformatik*, 43(1), 57-68.

Piaget, J., & Montada, L. (1975). *Nachahmung, Spiel und Traum*. Stuttgart, Germany: Klett.

Pintrich, P. R. (2000). An achievement goal theory perspective on issues in motivation terminology, theory, and research. *Contemporary educational psychology*, 25(1), 92-104.

Polsani, P. R. (2003). *Network learning*.

Porter, M. E., & Strategy, C. (1980). *Techniques for analyzing industries and competitors*. Competitive Strategy. New York.

Prenzel, M. (2015). Institutionelle Strategien zur Verbesserung der Lehre an Hochschulen: Ein Beispiel. Verfügbar unter https://www.wissenschaftsrat.de/download/archiv/VS_Bericht_Okt_2015.pdf [17.08.2017].

Rehak, D. & Mason, R. (2003). Chapter 3: Keeping the Learning in Learning Objects. *Journal of Interactive Media in Education*, 2003 (1). Retrieved July 1, 2005 from <http://www-jime.open.ac.uk/2003/1/reuse-05.html>.

Reigeluth, C. M., & Carr-Chellman, A. (1999). *Instructional-design theories and models (volume II)*. A new paradigm of instructional theory.

Rheinberg, F. (2002). *Motivation (4 ed.)*. Stuttgart: Kohlhammer.

Reilly, M., & Shen, H. (2011). Shared note-taking: a smartphone-based approach to increased student engagement in lectures. In *The 11th International Workshop on Collaborative Editing Systems in Conjunction with ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work*.

Reinmann, G. & Mandl, H. (2006). Unterrichten und Lernumgebungen gestalten. In A. Krapp & B. Weidenmann (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie. Ein Lehrbuch (5. vollständig überarbeitete Auflage)* (S. 613-658). Weinheim: Beltz.

Reinmann, G., & Mandl, H. (Eds.). (2004). *Psychologie des Wissensmanagements: Perspektiven, Theorien und Methoden*. Hogrefe Verlag.

Renkl, A. (2015). Wissenserwerb. In *Pädagogische Psychologie (3-24)*. Springer Berlin Heidelberg.

Resnick, L. B. (1987). *Task Analysis in Instructional Design: Some Cases from Mathematics*.

Roopa (2013). What Type of Lectures Students Want? - A Reaction Evaluation of Dental Students. Verfügbar unter <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3843470/> [19.08.2017].

Rosenshine, B. V., & Berliner, D. C. (1978). Academic engaged time. *British Journal of Teacher Education*, 4(1), 3-16.

Rost, D.H. (2001). *Handwörterbuch pädagogische Psychologie*. München: Druckhaus Beltz.

Salemi, M. K. (2009). Clickenomics: Using a classroom response system to increase student engagement in a large-enrollment principles of economics course. *Journal of Economic Education*, 40(4), 385-404.

Schaper, N., Reis, O., Wildt, J., Horvath, E., & Bender, E. (2012). Fachgutachten zur Kompetenzorientierung in Studium und Lehre. HRK projekt nexus, 1-148.

Schiefele, U., Streblov, L., Ermgassen, U., & Moschner, B. (2003). Lernmotivation und Lernstrategien als Bedingungen der Studienleistung. Ergebnisse einer Längsschnittstudie. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 17(3/4), 185-198.

Schlösser, H. J., & Schuhen, M. (2011). Mit Ökonomischen Experimenten Wirtschaft erleben. *Methodentraining für den Ökonomieunterricht*, 2, 57-74.

Schmidt-Atzert, L., Bühner, M., & Enders, P. (2006). Messen Konzentrationstests Konzentration?. *Diagnostica*, 52(1), 33-44.

Schmidt-Atzert, L., Krumm, S., & Bühner, M. (2008). Aufmerksamkeitsdiagnostik: Ableitung eines Strukturmodells und systematische Einordnung von Tests. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 19(2), 59-82.

Schnotz, W. (2011). *Pädagogische Psychologie kompakt*. Beltz.

Schnotz, W., Molz, M., & Rinn, U. (2004). Didaktik, Instruktionsdesign und Konstruktivismus. Warum so viele Wege nicht nach Rom führen (123-146). Waxmann.

Schön, M., & Ebner, M. (2013). Das Gesammelte interpretieren. *Educational Data Mining und Learning Analytics*.

Schuhen, M., Schürkmann, S., Kibedi von Varga, K. (2013). Lehramt Sozialwissenschaften –Warum wählen Studierende dieses Fach? In: *Zeitschrift für ökonomische Bildung*, Ausgabe 2, 1-16.

Schulmeister, R. (2001). Szenarien netzbasierten Lernens. *Virtueller Campus, Szenarien-Strategien-Studium*. GMW, Berlin.

- Schulmeister, R. (2005). Interaktivität in Multimedia-Anwendungen. Internetdokument: <http://www.e-teaching.org/didaktik/gestaltung/interaktiv/InteraktivitaetSchulmeister.pdf> [08.11.2005].
- Schulmeister, R. (2016). Abwesenheit von Lehrveranstaltungen Ein nur scheinbar triviales Problem.
- Schwartz, D. L., Lin, X., Brophy, S., & Bransford, J. (1999). Toward the development of flexibly adaptive instructional designs. *Instructional-design theories and models: A new paradigm of instructional theory*, 2, 183-213.
- Schweizer, K. (Ed.). (2006). *Leistung und Leistungsdiagnostik*. Springer-Verlag.
- Seel, N. M. (1981). *Lernaufgaben und Lernprozesse*. Kohlhammer.
- Seel, N. M. (1999). Instruktionsdesign: Modelle und Anwendungsgebiete. *Unterrichtswissenschaft*, 27(1), 2-11.
- Seel, N. M. (2003). Model-centered learning and instruction. *Technology, Instruction, Cognition and Learning*, 1(1), 59-85.
- Siemens, G., & Long, P. (2011). Penetrating the fog: Analytics in learning and education. *EDUCAUSE review*, 46(5), 30.
- Simpson, V., & Oliver, M. (2006). Using electronic voting systems in lectures.
- Skinner, B. F. (1971). *Erziehung als Verhaltensformung: Grundlagen einer Technologie des Lehrens*. Keimer.
- Specht, M., Ebner, M., & Löcker, C. (2013). *Mobiles und ubiquitäres lernen-technologien und didaktische aspekte*. Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien.
- Spiro, R. J., & Jehng, J. C. (1990). Cognitive flexibility and hypertext: Theory and technology for the nonlinear and multidimensional traversal of complex subject matter. *Cognition, education, and multimedia: Exploring ideas in high technology*, 205, 163-205.
- Spiro, R. J., Feltovich, P. J., Jacobson, M. J., & Coulson, R. L. (1991). Knowledge representation, content specification, and the development of skill in situation-specific knowledge assembly: Some constructivist issues as they relate to cognitive flexibility theory and hypertext. *Educational technology*, 31(9), 22-25.
- Stachowiak, H. (1965). Gedanken zu einer allgemeinen Theorie der Modelle. *Studium Generale*, 18(7), 432-463.

- Stark, R., Mandl, H., Gruber, H., & Renkl, A. (2002). Conditions and effects of example elaboration. *Learning and Instruction*, 12(1), 39-60.
- Steinberg, M., Ullmann, N. & Brehm, J. (2011). A Social Interaction Taxonomy: Classifying User Interaction Tasks in Web Applications. Verfügbar unter https://www.thinkmind.org/download.php?articleid=elml_2011_2_10_50064 [18.08.2017].
- Strickroth, S., Striewe, M., Müller, O., Priss, U., Becker, S., Bott, O. J. & Exer, A. (2014). Wiederverwendbarkeit von Programmieraufgaben durch Interoperabilität von Programmierlernsystemen. *Proc. DeLFI '14*, 97-108.
- Stuart, J., Rutherford, R.J. (1978). Medical student concentration during lectures. In: *The Lancet*, 312, 514-516.
- Sun, J. N., & Hsu, Y. C. (2011). An experimental study of learner perceptions of the interactivity of web-based instruction. *Interacting with Computers*, 24(1), 35-48.
- Tanenbaum, A. (2003). *Computernetzwerke*. 4. überarbeitete Auflage. München; San Francisco; Harlow (England): Pearson Studium.
- Tella, A. (2007). University of Botswana Undergraduates Uses of the Internet: Implications on Academic Performance. *Journal of educational media & library sciences*, 45(2).
- Tlhoaele, M., Hofman, A., Naidoo, A., & Winnips, K. (2014). Using clickers to facilitate interactive engagement activities in a lecture room for improved performance by students. *Innovations in Education and Teaching International*, 51(5), 497-509.
- Traxler, J. (2007). Defining, Discussing and Evaluating Mobile Learning: The moving finger writes and having writ.... *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 8(2).
- Trees, A. R., & Jackson, M. H., (2003). Clicker implementation and assessment. Department of Communication, University of Colorado at Boulder.
- Tulodziecki, G. (2000). *Computerunterstütztes Lernen aus mediendidaktischer Sicht*.
- Van Dijk, L., Van Der Berg, G. C., & Van Keulen, H. (2001). Interactive lectures in engineering education. *European Journal of Engineering Education*, 26(1), 15-28.
- VanLehn, K. (1992). A workbench for discovering task specific theories of learning. *New directions in educational technology*, 23-31.

- Veenman, M. V., Van Hout-Wolters, B. H., & Afflerbach, P. (2006). Metacognition and learning: Conceptual and methodological considerations. *Metacognition and learning*, 1(1), 3-14.
- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS quarterly*, 425-478.
- Venkatesh, V., Rabah, J., Fusaro, M., Couture, A., Varela, W. & Alexander, K. (2012). Perceptions of Technology Use and Course Effectiveness in the Age of Web 2.0 : A Large-Scale Survey of Québec University Students and Instructors. In T. Bastiaens & G. Marks (Eds.), *Proceedings of E-Learn 2012-World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education 1* (pp. 1691-1699). Montréal, Quebec, Canada: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE). Retrieved August 19, 2017 from <https://www.learntechlib.org/p/41850>.
- Vonhoegen, H. (2009). *Einstieg in XML: Grundlagen, Praxis, Referenz; für Entwickler und XML-Einsteiger; Formatierung, Transformation, Schnittstellen; XML Schema, DTD, XSLT 1.0/2.0, XPath 1.0/2.0, DOM, SAX, SOAP, Open XML*. Galileo Press.
- Vosniadou, S., Ioannides, C., Dimitrakopoulou, A., & Papademetriou, E. (2001). Designing learning environments to promote conceptual change in science. *Learning and instruction*, 11(4), 381-419.
- Weinert, F. E. (1996). Lerntheorien und instruktionsmodelle. In *Psychologie des Lernens und der Instruktion* (pp. 1-48). Hogrefe.
- Weinert, F. E. (2000). Lehren und Lernen für die Zukunft-Ansprüche an das Lernen in der Schule. *rheinland-pfälzische schule*, 12, 240-246.
- Weinert, F. E. (2001). Vergleichende Leistungsmessung in Schulen-eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In *Leistungsmessungen in Schulen* (17-32). Beltz.
- Weyland, M., & Schuhen, M. (2015). Fachmethodisch geleitete Generierung, Entwicklung und Evaluation kognitiv aktivierender Aufgabenformate in der ökonomischen Bildung. Arndt, Holger (Hg.): *Kognitive Aktivierung in der ökonomischen Bildung*. Herausgegeben im Auftrag der Deutschen Gesellschaft für Ökonomische Bildung. Schwalbach/Ts, 157-171.
- Wildt (2003). *The Shift from Teaching to Learning* - Thesen zum Wandel der Lernkultur in modularisierten Studienstrukturen. Verfügbar unter <https://www.u-asta.uni-freiburg.de/politik/bologna/texte/thesen-zum-wandel.pdf> [19.08.2017].
- Wiley, D. A. (2003). Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy.

Wilson, J. & Korn, J. H. (2007). Attention During Lectures: Beyond Ten Minutes. *Teaching of Psychology*, Volume 34, Issue 2, 85-89.

Wisher, R. A., Fletcher, J. D., Barrett, J. W., Danylova, O., Garza, P., Mihalka, B. & Hazard, T. (2004). Advanced Distributed Learning. *Information & Security*, 14.

Wollersheim, H. W. (1993). *Kompetenzerziehung: Befähigung zur Bewältigung*. Lang.

Zimmermann, A., Lorenz, A., & Oppermann, R. (2007). An operational definition of context. *Context*, 7, 558-571.